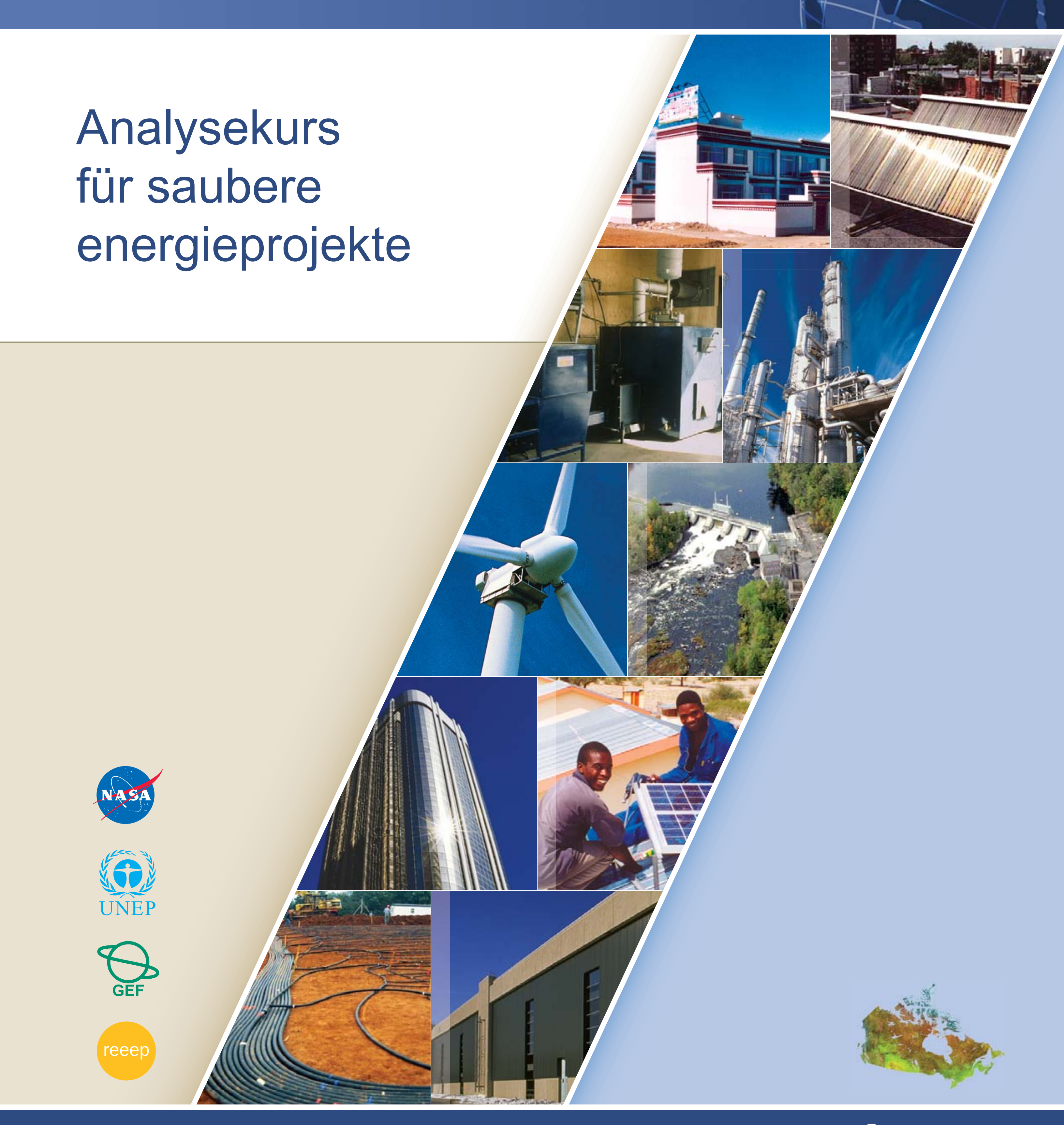
RETSCreen® International

Entscheidungshilfezentrum für saubere energie

www.retscreen.net

Analysekurs für saubere energieprojekte



Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada

Der Analysekurs für Saubere Energieprojekte von RETScreen International wurde zum Gebrauch in Lehrzentren und Schulungseinrichtungen auf der ganzen Welt entwickelt, sowie zur Verwendung durch Experten und Studenten im “Fernstudiums-Format”. Jedes Übungsmodul kann als einzelnes Seminar präsentiert werden oder als Teil eines Hochschul- oder Universitätskurses. Zusammen können sie als zweiwöchiger Intensivkurs oder als Kurs über ein ganzes Semester angeboten werden. Zusätzlich zu den unten verfügbaren Präsentationsfolien, der Sprachausgabe und den Notizen enthält das Schulungsmaterial eine Sammlung von Fallstudien und ein Ingenieurs-Lehrbuch (www.retscreen.net).

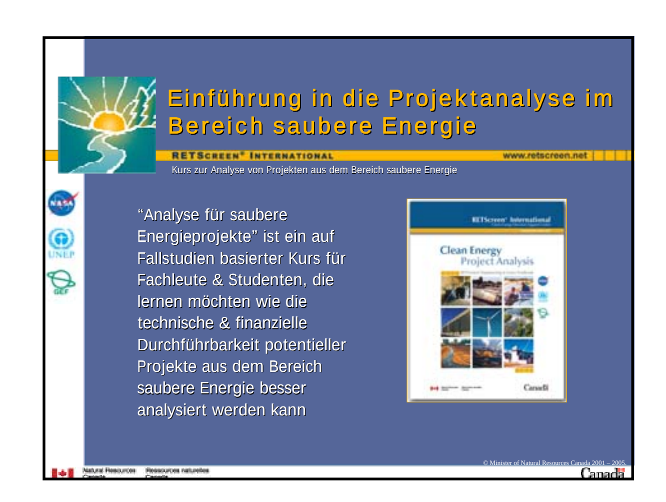


Analysekurs für saubere energieprojekte

Disclaimer

EINFÜHRUNG IN DAS ANALYSEMODUL FÜR SAUBERE ENERGIEPROJEKTE

- Kursübersicht
- Momentane verfügbarkeit an sauberen energietechnologien
- Projektanalyse für saubere energie mit RETScreen® Software
- Analyse von treibhausgasemissionen mit RETScreen® Software
- Finanz- und eisikoanalyse mit RETScreen® Software
- Übersicht

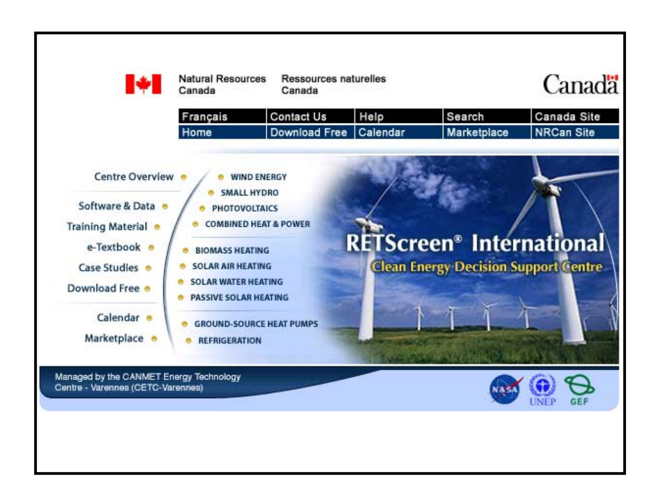

Einführung in die Projektanalyse im Bereich saubere Energie
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse von Projekten aus dem Bereich saubere Energie
"Analyse für saubere Energieprojekte" ist ein auf Fallstudien basierter Kurs für Fachleute & Studenten, die lernen möchten wie die technische & finanzielle Durchführbarkeit potentieller Projekte aus dem Bereich saubere Energie besser analysiert werden kann
Clean Energy Project Analysis
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

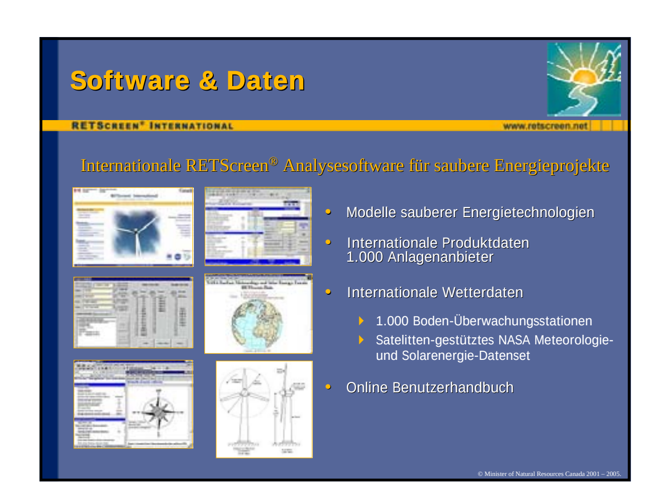

RETScreen® International
Entscheidungshilfezentrum für saubere Energie
RETScreen® International
www.retscreen.net
Entwickelt tragfähige Werkzeuge, die es Planern, Entscheidungsträgern und der Industrie erleichtern, energieeffiziente und erneuerbare Energietechnologien (RETs) in der besonders wichtigen Phase der Anfangsplanung zu betrachten
Tragfähige Werkzeuge reduzieren die Kosten für die Bewertung potentieller Projekte erheblich
Vergibt diese Werkzeuge kostenlos via Internet & CD-ROM an Benutzer auf der ganzen Welt
Schulung & technische Unterstützung wird durch ein internationales Netzwerk von RETScreen® Ausbildern gewährleistet
Produkte & Dienstleistungen für die Industrie sind über einen Internet-Marktplatz zugänglich
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Nach Beendigung des Kurses
RETScreen® International
www.retscreen.net
Werden Sie besser über realisierbare saubere Energieanwendungen informiert sein
Außerdem werden Sie in der Lage sein, mit Hilfe der RETScreen® Software hochqualitative & kostengünstige Vor-Machbarkeitsstudien zu erstellen
Solarwall - Apartmentgebäude
Lehrerunterkünfte, Botswana
Bildquelle: Enermodal
Bildquelle: Vadim Belotserkovsky
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Übersicht
RETScreen® International
www.retscreen.net
Einführung in die Analyse von Projekten aus dem Bereich saubere Energie
Analyse von Windenergieprojekten
Analyse kleiner Wasserkraftprojekte
Analyse von Photovoltaikprojekten
Analyse von Kraft-Wärme-Kopplungsprojekten
Analyse von Projekten mit Wärmeerzeugung aus Biomasse
Analyse von Projekten mit solarer Luftheizung
Analyse von Projekten mit solarer Wasserheizung
Analyse von Projekten mit passiver Solarheizung
Analyse von Projekten mit erdgekoppelten Wärmepumpen
Analyse von Projekten der Kältetechnik
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kursmaterialien
RETScreen® International
www.retscreen.net
RETScreen® International
Entscheidungshilfezentrum für Saubere Energie
Projektanalyse Software & Daten
Projektanalyse Übungsmaterial
Technik e-Leitfaden
Projekt Fallstudien
Modell
Modul
Kapitel
Sammlung
Einleitung
Windenergie
Kleine Wasserkraftanlagen
Photovoltaik
Kraft-Wärme-Kopplung
Wärme aus Biomasse
Solar erzeugte Raumwärme
Solare Warmwasserzubereitung
Passive Solarheizung
Geothermische Wärmepumpen
Kälteerzeugung
Managed by the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes)
UNEP
GEF
Kostenloser Download unter: www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada
Français
Contact Us
Help
Search
Canada Site
Home
Download Free
Calendar
Marketplace
NRCan Site
Centre Overview
Software & Data
Training Material
e-Textbook
Case Studies
Download Free
Calendar
Marketplace
WIND ENERGY
SMALL HYDRO
PHOTOVOLTAICS
COMBINED HEAT & POWER
BIOMASS HEATING
SOLAR AIR HEATING
SOLAR WATER HEATING
PASSIVE SOLAR HEATING
GROUND-SOURCE HEAT PUMPS
REFRIGERATION
RETScreen® International
Clean Energy Decision Support Centre
Managed by the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes)
UNEP
GEF


Software & Daten
RETScreen® International
www.retscreen.net
Internationale RETScreen® Analysesoftware für saubere Energieprojekte
Modelle sauberer Energietechnologien
Internationale Produktdaten
1.000 Anlagenanbieter
Internationale Wetterdaten
1.000 Boden-Überwachungsstationen
Satelliten-gestütztes NASA Meteorologie- und Solarenergie-Datenset
Online Benutzerhandbuch
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Schulungsmaterial
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Präsentationsfolien
e-Schulungswerkzeug
Sprache
Notizen des Sprechers
e-Lehrbuch & Fallstudien
Solare Wasserheizung – Öffentliches Schwimmbad
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

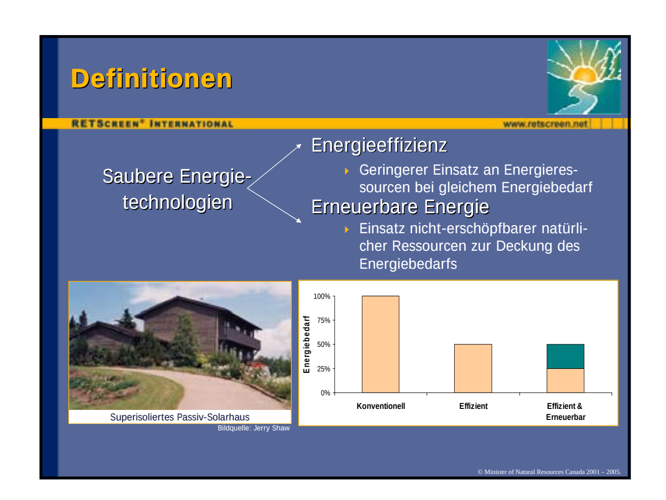

e-Lehrbuch & Fallstudien
RETScreen® International
www.retscreen.net
Analyse sauberer Energieprojekte: RETScreen® Anlagenplanung & Beispielfälle
Elektronisches Fachlehrbuch auf Hochschulniveau
Hintergrund zu den Technologien
Detaillierte Beschreibung der RETScreen® Algorithmen
60+ internationale Fallstudien realer Projekte
Kostenlos erhältlich auf Englisch & Französisch
Case Study Example
Assignment
Solution
Real Project
RETScreen Study
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

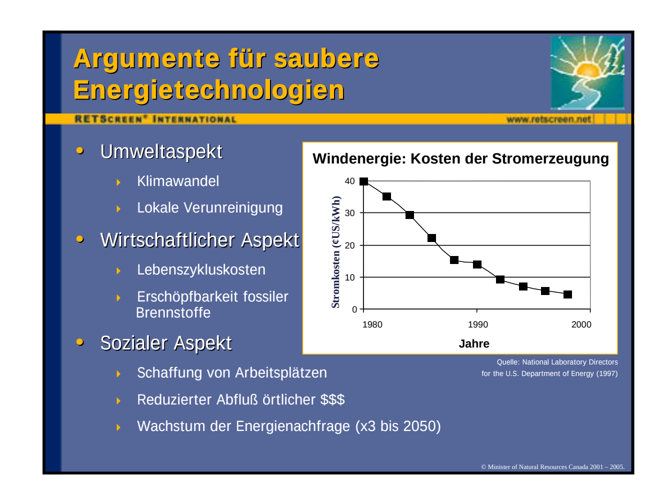

Marktplatz & Kalender
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Internet-basierter Marktplatz
Verbindet Industrie und Kunden online
Suche nach Thema, Technologie & Region
Beispiele:
• Anlagenanbieter, PV, Nordamerika
• Kundendienst, Windenergie, Europa
• Öffentliche & Private Internetforen
• Online Schulungskalender und Registrierung
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Übersicht Einführungsmodul
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Kursübersicht (abgeschlossen)
• Momentane Verfügbarkeit an sauberen Energietechnologien
• Analyse sauberer Energieprojekte mit RETScreen® Software
• Analyse von Treibhausgasemissionen mit RETScreen® Software
• Finanz- und Risikoanalyse mit RETScreen® Software
• Übersicht
CANMET Energietechnologiezentrum - Varennes
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Momentane Verfügbarkeit an sauberen Energietechnologien
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Windfarm
Bildquelle: Nordex Gmbh
Passiv-Solarhaus
Bildquelle: McFadden, Pam DOE/NREL
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Ziel
RETScreen® International
www.retscreen.net
Bewußtsein über erneuerbare Energietechnologien (RETs) und Energieeffizienzmaßnahmen erhöhen
Märkte
Typische Anwendungen
Stromerzeugung mit Holzresten
Bildquelle: Warren Gretz, NREL PIX
Photovoltaik and Solare Wasserheizung
Bildquelle: Vadim Belotserkovsky
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Definitionen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Saubere Energie-technologien
Energieeffizienz
Geringerer Einsatz an Energieres-sourcen bei gleichem Energiebedarf
Erneuerbare Energie
Einsatz nicht-erschöpfbarer natürli-cher Ressourcen zur Deckung des Energiebedarfs
Superisoliertes Passiv-Solarhaus
Bildquelle: Jerry Shaw
Energiebedarf
100%
75%
50%
25%
0%
Konventionell
Effizient
Effizient & Erneuerbar
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

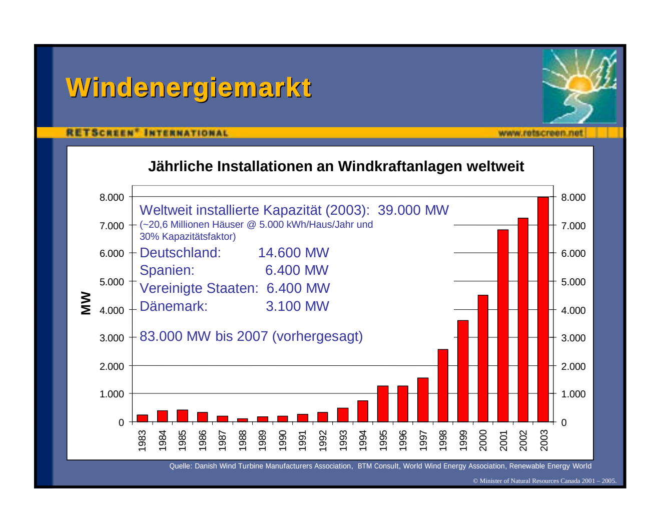

Argumente für saubere Energietechnologien
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Umweltaspekt
Klimawandel
Lokale Verunreinigung
Wirtschaftlicher Aspekt
Lebenszykluskosten
Erschöpfbarkeit fossiler Brennstoffe
Sozialer Aspekt
Schaffung von Arbeitsplätzen
Reduzierter Abfluß örtlicher $$$
Wachstum der Energienachfrage (x3 bis 2050)
Windenergie: Kosten der Stromerzeugung
Stromkosten (¢US/kWh)
40
30
20
10
0
1980
1990
2000
Jahre
Quelle: National Laboratory Directors for the U.S. Department of Energy (1997)
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Gemeinsame Merkmale sauberer Energietechnologien
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Im Vergleich zu konventionellen Technologien:
Typischerweise höhere Anfangsinvestitionen
Im allgemeinen niedrigere Betriebskosten
Umweltfreundlicher
Oftmals kostenwirksam auf Basis der Lebenszykluskosten
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Gesamtkosten eines Energieerzeu-gungs- oder Verbrauchssystems
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Gesamtkosten ≠ Anschaffungskosten
Gesamtkosten = Anschaffungskosten
+ jährliche Brennstoff- und Betriebs- & Instandhaltungskosten
+ Kosten für Generalüberholung
+ Kosten für Außerbetriebnahme
+ Finanzierungskosten
+ etc.
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

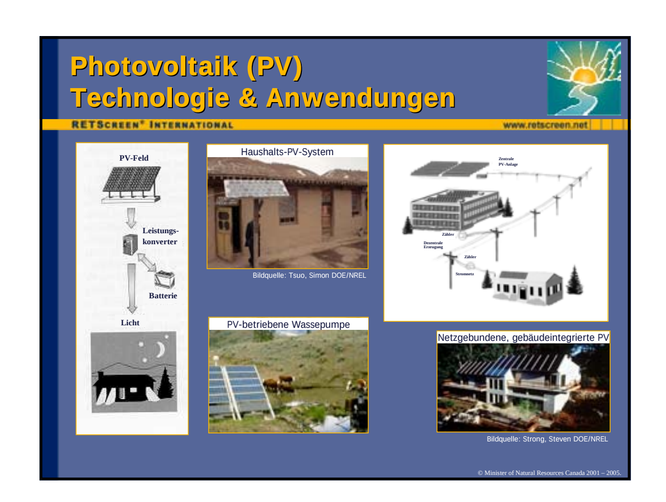

Technologien im Bereich der Strom-erzeugung aus erneuerbaren Energien
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

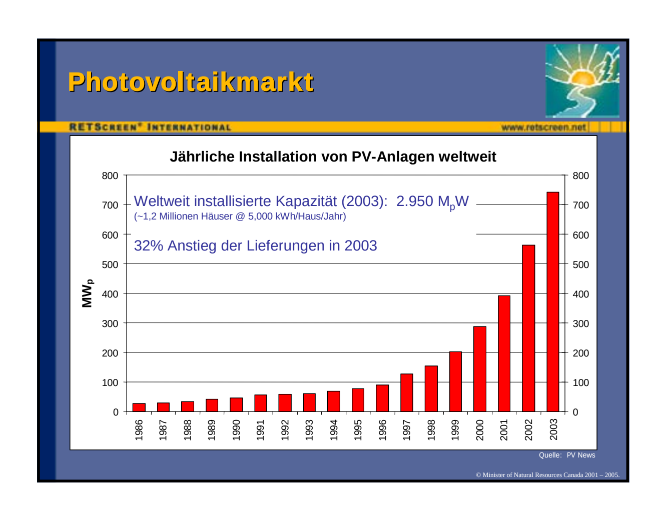

Windenergie
Technologie & Anwendungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Rotorblatt
Wind
Maschinen -haus mit Getriebe-box und Generator
Naben -höhe
Wind
Mast
Benötigen günstigen Wind
(>4 m/s @ 10 m)
Küstengegenden, abgerundete Bergketten, Offene Flächen
Anwendungen:
Zentralnetz
Inselnetz
Netzunabhängig
Warren Gretz, NREL PIX
Phil Owens, Nunavut Power
Southwest Windpower, NREL PIX
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

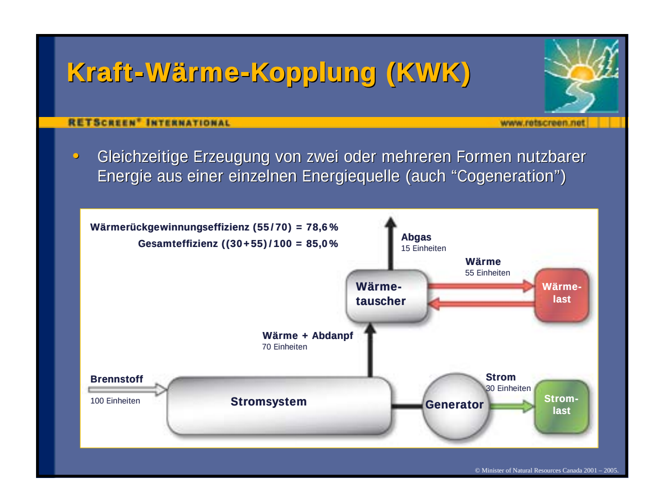

Windenergiemarkt
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Jährliche Installationen an Windkraftanlagen weltweit
MW
Weltweit installierte Kapazität (2003): 39.000 MW
(~20,6 Millionen Häuser @ 5.000 kWh/Haus/Jahr und 30% Kapazitätsfaktor)
Deutschland: 14.600 MW
Spanien: 6.400 MW
Vereinigte Staaten: 6.400 MW
Dänemark: 3.100 MW
83.000 MW bis 2007 (vorhergesagt)
Quelle: Danish Wind Turbine Manufacturers Association, BTM Consult, World Wind Energy Association, Renewable Energy World
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kleine Wasserkraftanlagen
Technologie & Anwendungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
BESTANDTEILE EINER WASSERKRAFTANLAGE
Damm
Abflußkanal
Oberwasserbecken
Druckrohr
Maschinen
-haus
Starkstromleitung
Generator
Turbine
Saugrohr
Projekttypen:
Reservoir
Laufwasser
Anwendungen:
Zentralnetz
Inselnetz
Netzunabhängig
Francisturbine
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Markt für kleine
Wasserkraftanlagen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
19% der weltweiten Elektrizität werden von großen und kleinen Wasserkraftanlagen produziert
Weltweit:
20.000 MW ausgebaut (Anlagengröße < 10 MW)
Vorhersage: 50.000 bis 75.000 MW bis 2020
China:
43.000 bestehende Anlagen (Anlagengröße < 25 MW)
19.000 MW ausgebaut
weitere 100.000 MW wirtsch. machbar
Europa:
10.000 MW ausgebaut
further 4.500 MW wirtsch. machbar
Kanada:
2.000 MW ausgebaut
weitere 1.600 MW wirtsch. machbar
Kleine Wasserkraftanlage
Datenquelle: ABB, Renewable Energy World, and International Small Hydro Atlas
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

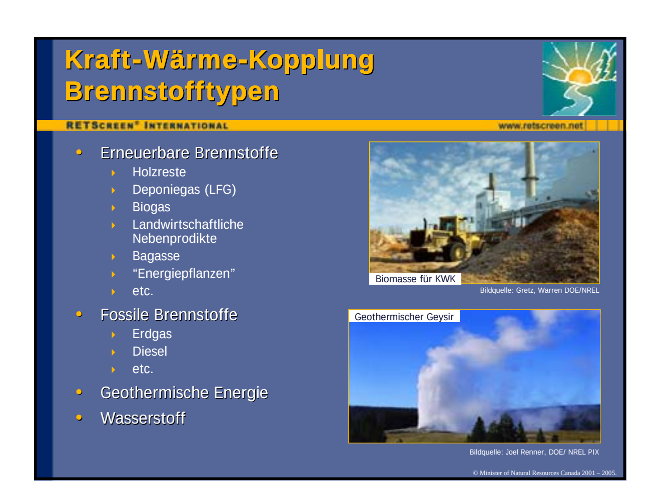

Photovoltaik (PV)
Technologie & Anwendungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
PV-Feld
Leistungs-
konverter
Batterie
Licht
Haushalts-PV-System
Bildquelle: Tsuo, Simon DOE/NREL
PV-betriebene Wassepumpe
Netzgebundene, gebäudeintegrierte PV
Bildquelle: Strong, Steven DOE/NREL
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Photovoltaikmarkt
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Jährliche Installation von PV-Anlagen weltweit
Weltweit installisierte Kapazität (2003): 2.950 MpW
(~1,2 Millionen Häuser @ 5,000 kWh/Haus/Jahr)
32% Anstieg der Lieferungen in 2003
MWp
800
700
600
500
400
300
200
100
0
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
Quelle: PV News
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Gleichzeitige Erzeugung von zwei oder mehreren Formen nutzbarer Energie aus einer einzelnen Energiequelle (auch "Cogeneration")
Wärmerückgewinnungseffizienz (55/70) = 78,6%
Gesamteffizienz ((30+55)/100 = 85,0%
Abgas
15 Einheiten
Wärme
55 Einheiten
Wärme-tauscher
Wärme-last
Wärme + Abdanpf
70 Einheiten
Brennstoff
100 Einheiten
Stromsystem
Generator
Strom
30 Einheiten
Strom-last
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kraft-Wärme-Kopplung: Anwen-dungen, Brennstoffe, Anlagen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Verschiedene Anwendungen
Biomasse für KWK
Bildquelle: Gretz, Warren DOE/NREL
Verschiedene Brennstoffe
Deponiegas-Auffangsystem
Dampferzeugung
Prozess
Leitungssystem Deponiegasauffang
Kompressor
Kühler/Entfeuchter
Filter
Stromerzeugung
Abfackelung
Bildquelle: Gaz Metropolitan
Verschiedene Anlagen
Kolbenmotor zur Stromerzeugung
Bildquelle: Rolls-Royce plc
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kraft-Wärme-Kopplung
Anwendungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Einzelne Gebäude
Gewerblich und industriell
Mehrere Gebäude
Kommunale Energiesysteme (z.B. Gemeinden)
Industrieprozesse
KWK: Rathaus in Kitchener
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
LFG-KWK für ein Fernwärmesystem, Schweden
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
Mikroturbine in einem Gewächshaus
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kraft-Wärme-Kopplung
Brennstofftypen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Erneuerbare Brennstoffe
Holzreste
Deponiegas (LFG)
Biogas
Landwirtschaftliche Nebenprodikte
Bagasse
"Energiepflanzen"
etc.
Fossile Brennstoffe
Erdgas
Diesel
etc.
Geothermische Energie
Wasserstoff
Biomasse für KWK
Bildquelle: Gretz, Warren DOE/NREL
Geothermischer Geysir
Bildquelle: Joel Renner, DOE/ NREL PIX
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kraft-Wärme-Kopplung
Anlagen & Technologien
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kälteanlagen
Kompressoren
Absorptionskühler
Free-Cooling
Stromerzeugung
Gasturbine
Gas- und Dampfturbine
Dampfturbine
Kolbenmotor
Brennstoffzelle
etc.
Heizungsanlagen
Boiler
Wärmerückgewinnung Abluft
Gasturbine
Bildquelle: Rolls-Royce plc
Kälteanlage
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Kraft-Wärme-Kopplung Markt

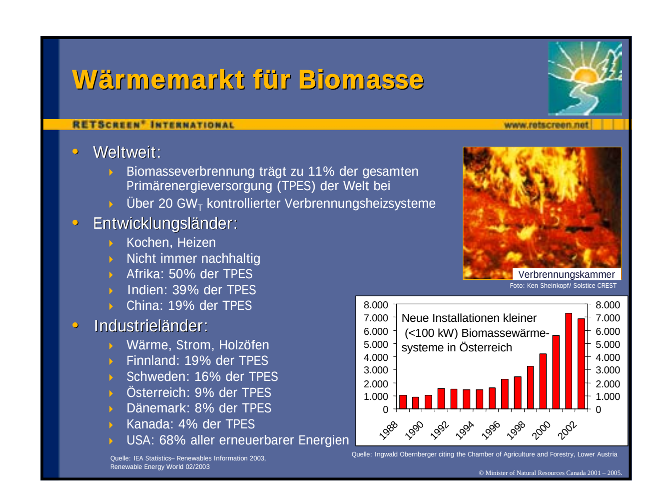
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

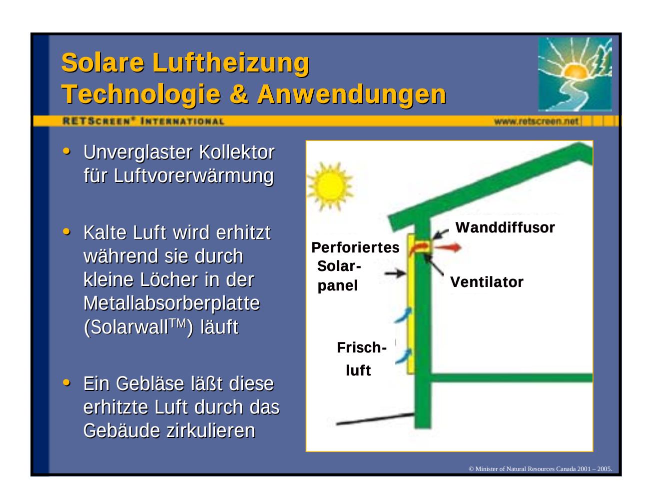
Region	Kapazit.	Bemerkungen
Kanada	12 GW	Hauptsächlich in Holz & Papier- und Ölindustrie
USA	67 GW	Starkes Wachstum, Politische Hilfe für KWK
China	32 GW	Vorwiegend kohlebetriebene KWK
Rußland	65 GW	Etwa 30% der Elektrizität aus KWK
Deutschland	11 GW	Wachsender Markt für städtische KWK
GB	4,9 GW	Starke Anreize für erneuerbare Energie
Brasilien	2,8 GW	DE verbunden mit netzunabh. Installationen
Indien	4,1 GW	Hpts. Bagasse-basierte KWK für Zuckerfabriken
Südafrika	0,5 GW	Ersetzt hauptsächlich Strom aus Kohle
Welt	**247 GW**	**Erwartetes Wachstum von 10 GW pro Jahr**

Quelle: World Survey of Decentralized Energy 2004, WADE





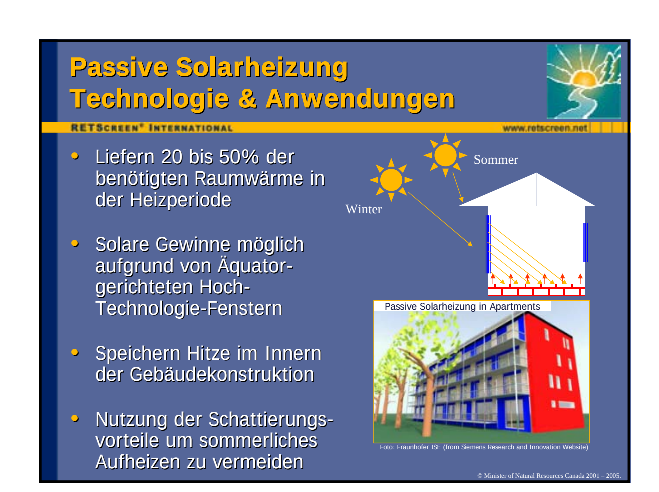

Wärmemarkt für Biomasse
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Weltweit:
Biomasseverbrennung trägt zu 11% der gesamten Primärenergieversorgung (TPES) der Welt bei
Über 20 GW$_T$ kontrollierter Verbrennungsheizsysteme
Entwicklungsländer:
Kochen, Heizen
Nicht immer nachhaltig
Afrika: 50% der TPES
Indien: 39% der TPES
China: 19% der TPES
Industrieländer:
Wärme, Strom, Holzöfen
Finnland: 19% der TPES
Schweden: 16% der TPES
Österreich: 9% der TPES
Dänemark: 8% der TPES
Kanada: 4% der TPES
USA: 68% aller erneuerbarer Energien
Verbrennungskammer
Neue Installationen kleiner (<100 kW) Biomassewärme-systeme in Österreich
8.000
7.000
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0
1988
1990
1992
1994
1996
1998
2000
2002
Quelle: IEA Statistics– Renewables Information 2003, Renewable Energy World 02/2003
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

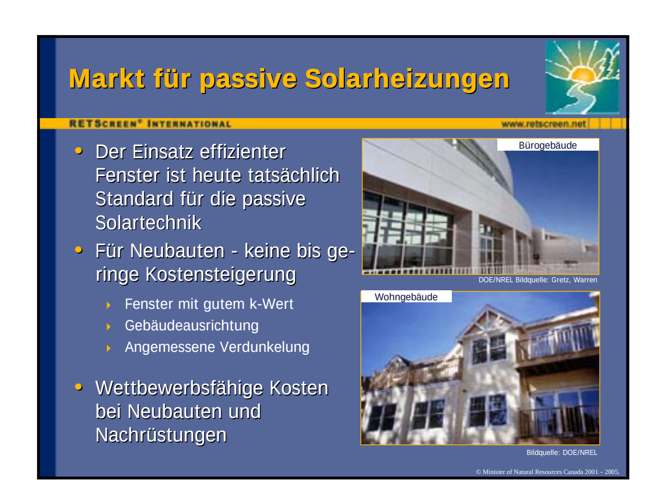

Solare Luftheizung
Technologie & Anwendungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Unverglaster Kollektor für Luftvorerwärmung
Kalte Luft wird erhitzt während sie durch kleine Löcher in der Metallabsorberplatte (Solarwall™) läuft
Ein Gebläse läßt diese erhitzte Luft durch das Gebäude zirkulieren
Perforiertes Solar-panel
Wanddiffusor
Ventilator
Frisch-luft
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Markt für solare Luftheizung
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Luftvorwärmung für Gebäude mit hohem Frischluftbedarf
Auch für Getreidetrocknung
Wettbewerbsfähige Kosten bei neuen Gebäuden oder größeren Renovierungen
Industriegebäude
Bildquelle: Conserval Engineering
Solare Getreidetrocknung
Bildquelle: Conserval Engineering
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Solare Wasserheizung
Technologie & Anwendungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Verglaste und unverglaste Kollektoren
Wasserspeicherung (Tank oder Becken)
Geschäfts-/Institutsgebäude
Aquakultur - Lachszucht
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Markt für solare Wasserheizung
RETScreen® International
www.retscreen.net
Mehr als 30 Millionen m² an Kollektoren weltweit
Europa:
10 Millionen m² an Kollektoren in Betrieb
Jährliche Wachstumsrate von 12%
Deutschland, Griechenland und Österreich
Ziel bis 2010: 100 Millionen m²
Starker Weltmarkt für solare Swimmingpool-Heizungen
Barbados besitzt 35.000 Systeme
Quelle: Renewable Energy World, Oak Ridge National Laboratory
Wohnhäuser und Pools
Wohnhäuser
Bildquelle: Chromagen
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Passive Solarheizung
Technologie & Anwendungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Liefern 20 bis 50% der benötigten Raumwärme in der Heizperiode
Solare Gewinne möglich aufgrund von Äquator-gerichteten Hoch-Technologie-Fenstern
Speichern Hitze im Innern der Gebäudekonstruktion
Nutzung der Schattierungs-vorteile um sommerliches Aufheizen zu vermeiden
Sommer
Winter
Passive Solarheizung in Apartments
Foto: Fraunhofer ISE (from Siemens Research and Innovation Website)
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Markt für passive Solarheizungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Der Einsatz effizienter Fenster ist heute tatsächlich Standard für die passive Solartechnik
Für Neubauten - keine bis geringe Kostensteigerung
Fenster mit gutem k-Wert
Gebäudeausrichtung
Angemessene Verdunkelung
Wettbewerbsfähige Kosten bei Neubauten und Nachrüstungen
Bürogebäude
DOE/NREL Bildquelle: Gretz, Warren
Wohngebäude
Bildquelle: DOE/NREL
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

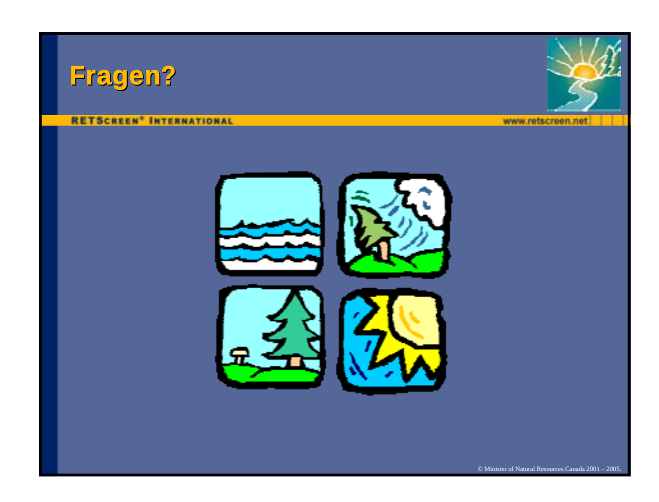

Erdgekoppelte Wärmepumpe Technologie & Anwendungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Vertikale Erdwärmekollektoranlage
Raum-/Wasserheizung und -kühlung
Elektro-Kompressions-wärmepumpen
Wärme wird im Winter aus dem Erdboden entnommen und im Sommer dorthin abgegeben
Horizontale Erdwärmekollektoranlage
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

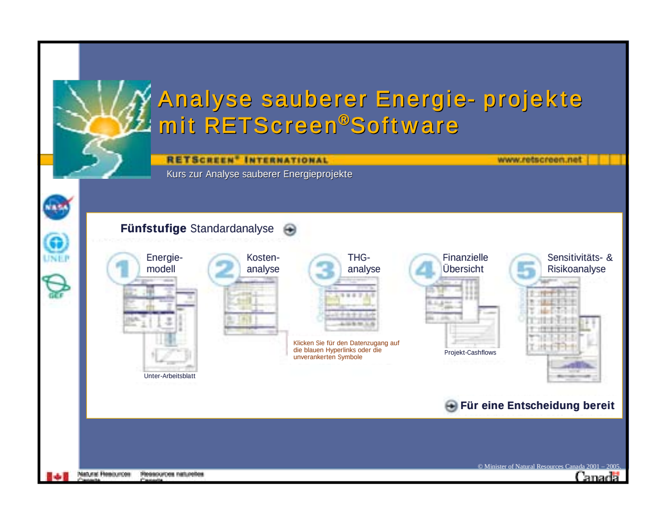

Markt für erdgekoppelte Wärmepumpen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Häusliche eWP
Welt:
800.000 Einheiten installiert
Gesamtkapazität von 9.500 MWth
Jährl. Wachstumsrate von 10%
USA: 50.000 Installationen jährlich
Schweden, Deutschland, Schweiz bedeutendste europäische Märkte
Gewerbliche, Institutionelle & Industriegebäude
Kanada:
30.000+ häusliche Einheiten
3.000+ industrielle und gewerbliche Einheiten
435 MWth installiert
Bildquelle: Geothermal Heat Pump Consortium (GHPC) DOE/NREL
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Andere kommerzielle saubere Energietechnologien
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Kraftstoffe: Ethanol and Biodiesel
Effiziente Kühlungssysteme
Motoren mit Drehzahlregelung
Tageslicht & effiziente Beleuchtungssysteme
Rückgewinnung von Abluftwärme
Andere
Kraftstoffversorgung aus landwirtschaftl. Abfällen
Bildquelle: David and Associates DOE/NREL
Effiziente Kühlung einer Eisbahn
Tageslicht & Effiziente Beleuchtung
Bildquelle: Robb Williamson/ NREL Pix
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Aufstrebende Technologien im Bereich saubere Energie
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Solarthermie
Meereswärmeenergie
Gezeitenkraft
Meeresströmungsenergie
Wellenkraft
etc.
Parabol-Rinnen-Solarkraftwerk
Bildquelle : Gretz, Warren DOE/NREL
Zentralempfänger Sonnenkraftwerk
Bildquelle: Sandia National Laboratories DOE/NREL
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Ergebnisse
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Kostenwirksame Einsatzmöglichkeiten existieren
Viele Erfolgsgeschichten
Wachsende Märkte
Erneuerbare Energiequellen und Einsatzmöglichkeiten für Energieeffizienz sind verfügbar
Parks Kanada PV-Wind-Hybridsystem (Arktis bei 81°N)
Bildquelle : Michael Ross Renewable Energy Research
Installation 600 kW Windturbine
Bildquelle : Nordex Gmbh
PV-Telefon
Bildquelle : Price, Chuck
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

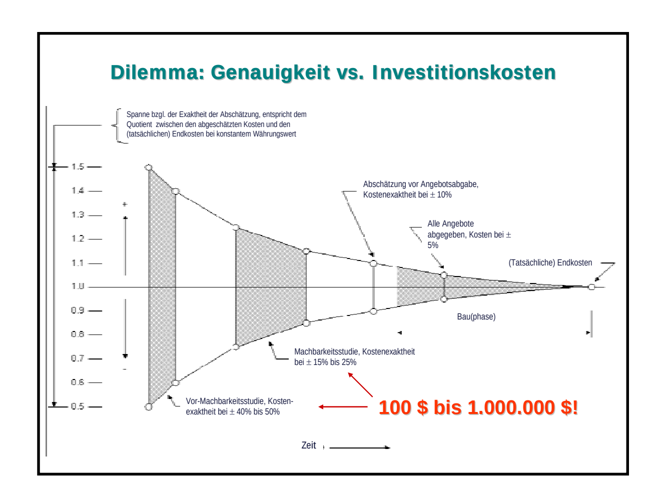

Fragen?
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

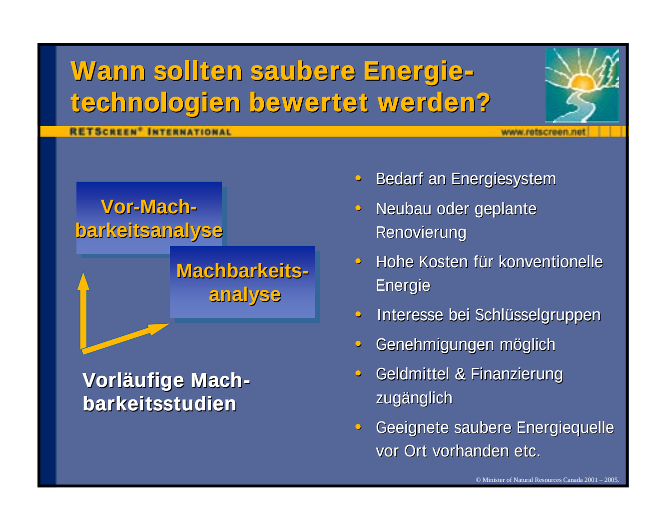

Analyse sauberer Energie- projekte mit RETScreen® Software
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Fünfstufige Standardanalyse
Energie-modell
Kosten-analyse
THG-analyse
Finanzielle Übersicht
Sensitivitäts- & Risikoanalyse
Unter-Arbeitsblatt
Projekt-Cashflows
Für eine Entscheidung bereit
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Rolle von Vor-Machbarkeitsstudien verdeutlichen
Veranschaulichen wie die RETScreen® Software funktioniert
Aufzeigen wie RETScreen® dabei hilft potenzielle Projekte zu identifizieren & zu bewerten
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Energieprojekt Umsetzungsgsprozeß
RETScreen® International
www.retscreen.net
Vor-Machbarkeits-analyse
Machbarkeits-analyse
Entwicklung & Ingenieurdienstleistungen
Bau & Inbetriebnahme
Hohe Barriere
Saubere Energiepro-jekte werden im Vor-feld nicht routinemä-ßig betrachtet!
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Fragen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Welcher Genauigkeitsgrad ist für die Abschätzungen der Projektkosten akzeptabel?
Wie viel kosten diese Studien typischerweise?
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

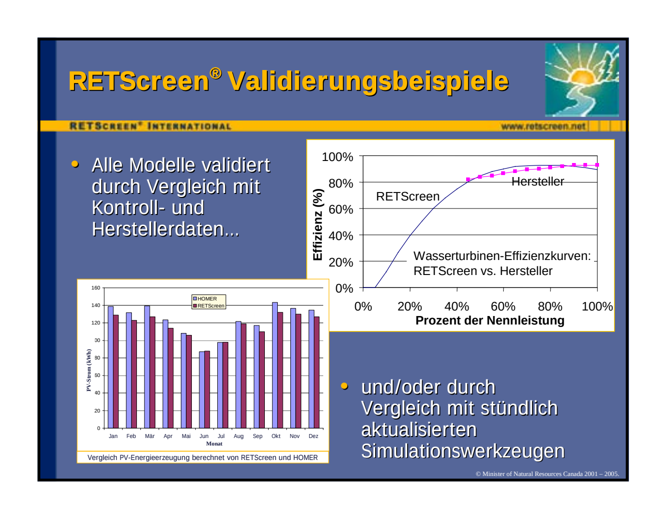

Dilemma: Genauigkeit vs. Investitionskosten
Spanne bzgl. der Exaktheit der Abschätzung, entspricht dem Quotient zwischen den abgeschätzten Kosten und den (tatsächlichen) Endkosten bei konstantem Währungswert
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
Abschätzung vor Angebotsabgabe, Kostenexaktheit bei ± 10%
Alle Angebote abgegeben, Kosten bei ± 5%
(Tatsächliche) Endkosten
Bau(phase)
Machbarkeitsstudie, Kostenexaktheit bei ± 15% bis 25%
Vor-Machbarkeitsstudie, Kosten-exaktheit bei ± 40% bis 50%
100 $ bis 1.000.000 $!
Zeit

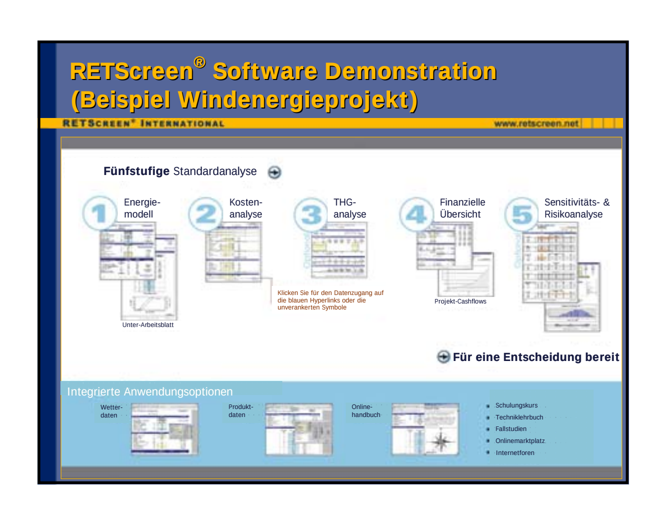

Wann sollten saubere Energie-technologien bewertet werden?
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Vor-Mach-barkeitsanalyse
Machbarkeits-analyse
Vorläufige Mach-barkeitsstudien
Bedarf an Energiesystem
Neubau oder geplante Renovierung
Hohe Kosten für konventionelle Energie
Interesse bei Schlüsselgruppen
Genehmigungen möglich
Geldmittel & Finanzierung zugänglich
Geeignete saubere Energiequelle vor Ort vorhanden etc.
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

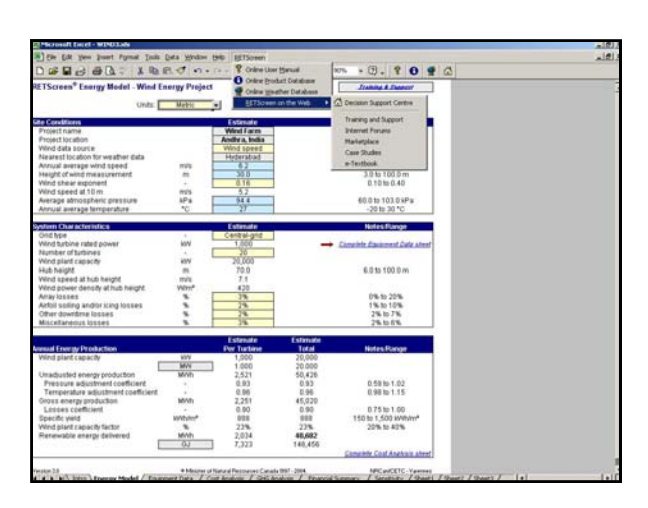

Projektrentabilität (Beispiel Wind) hängt von mehreren Faktoren ab
RETScreen® International
www.retscreen.net
Verfügbare Energiequellen am Projektort
(z.B. Windgeschwindigkeit)
Anlagenleistung
(z.B. Windkraft-Leistungskurve)
Anfangsinvestitionen in das Projekt
(z.B. Windkraftanlage, Masten, Ingenieurdienstleistungen)
Kredite im "Referenzfall"
(z.B. Dieselgeneratoren für abgelegene Orte)
Laufende und periodische Projektkosten
(z.B. Reinigung der Windturbinenblätter)
Windturbine & Mast
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

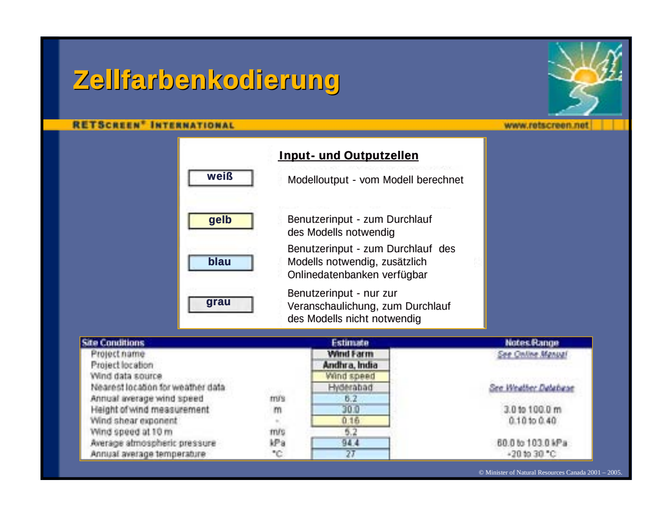

Projektrentabilität (Beispiel Wind) hängt von mehreren Faktoren ab
RETScreen® International
www.retscreen.net
Vermiedene Energiekosten
(z.B. Großhandelsstrompreis)
Finanzierung
(z.B. Schuldenanteil & -zeitraum, Zinssatz)
Windenergie
Bildquelle: Middelgrunden Wind Turbine Co-operative
Steuern auf Anlagen & Einkommen (oder Ersparnisse)
Umwelteigenschaften der ersetzten Energie
(z.B. Kohle, Erdgas, Öl, große Wasserkraftanlagen, Kernkraft)
Umweltgutschriften und/oder Subventionen
(z.B. Ökostrompreis, THG-Gutschriften, Zuschüsse)
Definition von "kostenwirksam" durch Entscheidungsträger
(z.B. Amortisationszeit, Interner Zinsfuß, Barwert, Energieerzeugungskosten)
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

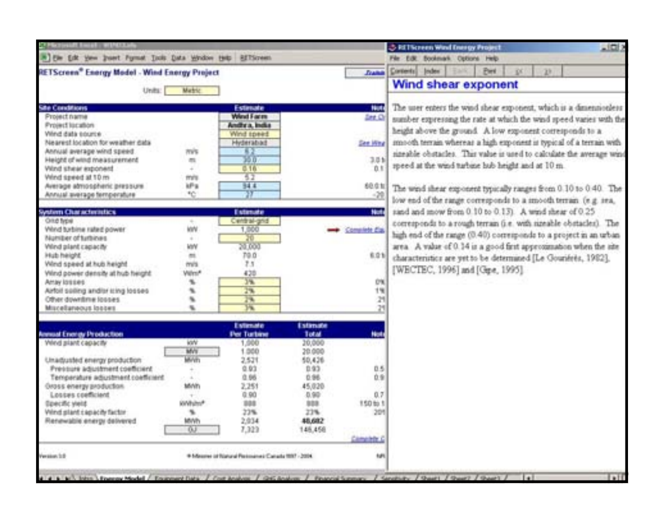

Warum mit RETScreen® arbeiten ?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Vereinfacht Vorabbewertungen
Benötigt relativ geringen Input durch Anwender
Berechnet automatisch technische und finanzielle Schlüsselindikatoren zur Rentabilität
Kostet 1/10 des Betrags anderer Bewertungsmethoden
Standardisierte Abläufe erlauben objektive Vergleiche
Erhöht das Potential für erfolgreiche Implementierung sauberer Energieprojekte
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

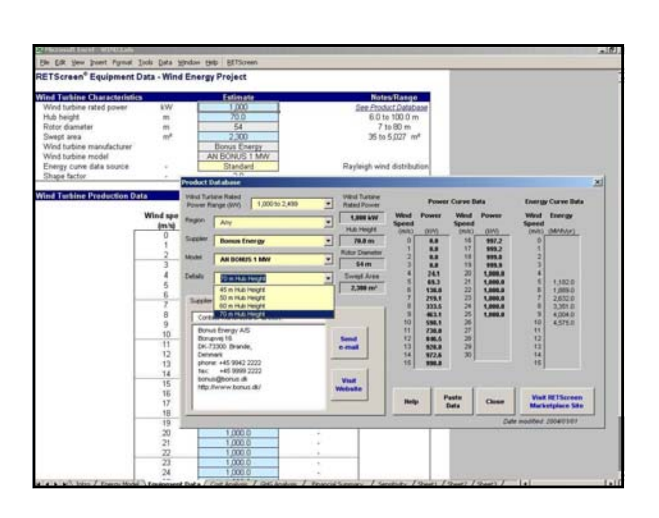

RETScreen® Validierungsbeispiele
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Alle Modelle validiert durch Vergleich mit Kontroll- und Herstellerdaten...
100%
80%
60%
40%
20%
0%
Effizienz (%)
RETScreen
Hersteller
Wasserturbinen-Effizienzkurven: RETScreen vs. Hersteller
0%
20%
40%
60%
80%
100%
Prozent der Nennleistung
HOMER
RETScreen
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
Vergleich PV-Energieerzeugung berechnet von RETScreen und HOMER
• und/oder durch Vergleich mit stündlich aktualisierten Simulationswerkzeugen
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

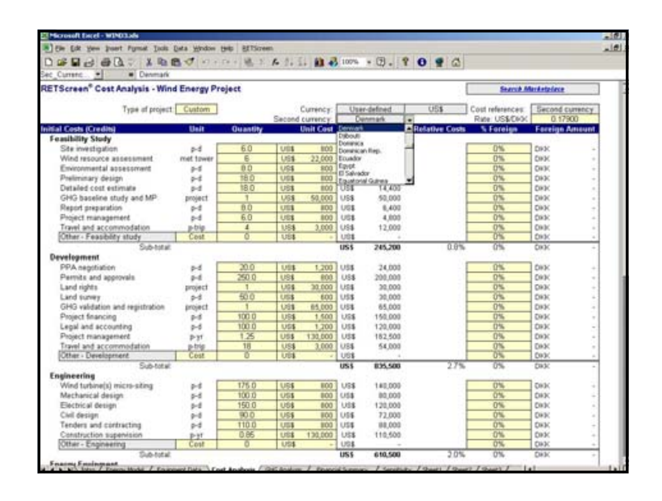

RETScreen® Software Demonstration (Beispiel Windenergieprojekt)
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Fünfstufige Standardanalyse
1 Energie-modell
2 Kosten-analyse
3 THG-analyse
4 Finanzielle Übersicht
5 Sensitivitäts- & Risikoanalyse
Unter-Arbeitsblatt
Klicken Sie für den Datenzugang auf die blauen Hyperlinks oder die unverankerten Symbole
Projekt-Cashflows
Für eine Entscheidung bereit
Integrierte Anwendungsoptionen
Wetter-daten
Produkt-daten
Online-handbuch
Schulungskurs
Techniklehrbuch
Fallstudien
Onlinemarktplatz
Internetforen

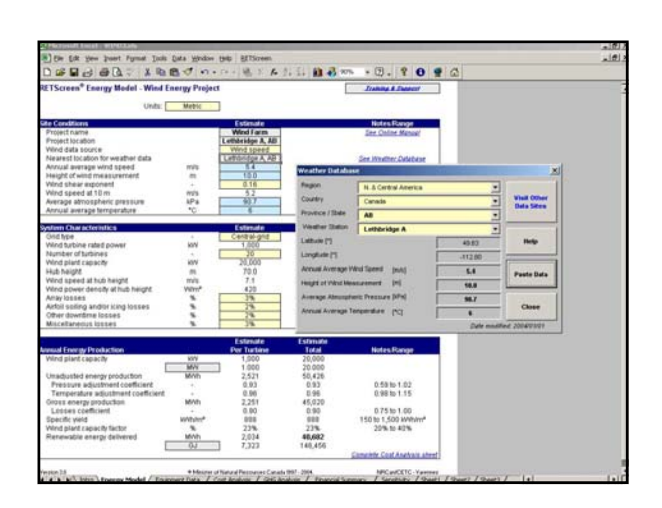

Microsoft Excel - WIND3.xls
RETScreen® Energy Model - Wind Energy Project
Site Conditions
System Characteristics
Annual Energy Production

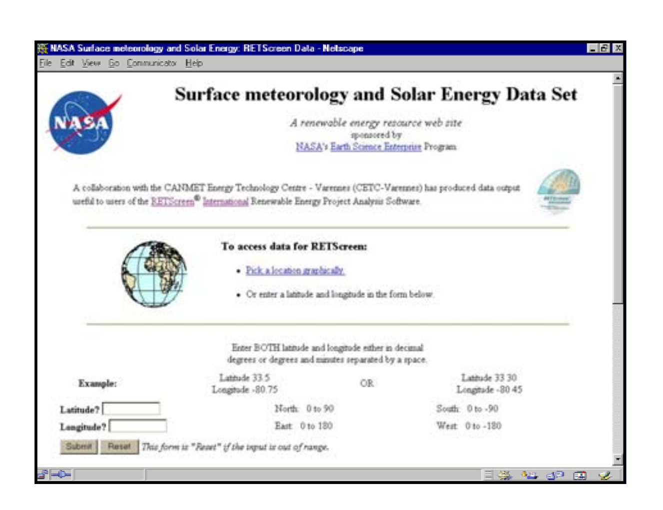

Zellfarbenkodierung
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Input- und Outputzellen
weiß
Modelloutput - vom Modell berechnet
gelb
Benutzerinput - zum Durchlauf des Modells notwendig
blau
Benutzerinput - zum Durchlauf des Modells notwendig, zusätzlich Onlinedatenbanken verfügbar
grau
Benutzerinput - nur zur Veranschaulichung, zum Durchlauf des Modells nicht notwendig
Site Conditions
Estimate
Notes/Range
Project name
Wind Farm
See Online Manual
Project location
Andhra, India
Wind data source
Wind speed
Nearest location for weather data
Hyderabad
See Weather Database
Annual average wind speed
m/s
6.2
Height of wind measurement
m
30.0
3.0 to 100.0 m
Wind shear exponent
-
0.16
0.10 to 0.40
Wind speed at 10 m
m/s
5.2
Average atmospheric pressure
kPa
94.4
60.0 to 103.0 kPa
Annual average temperature
°C
27
-20 to 30 °C
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

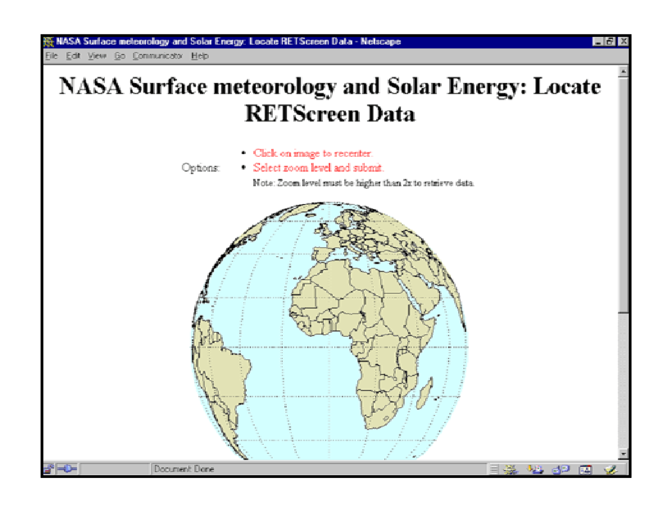

RETScreen® Energy Model - Wind Energy Project
Site Conditions
System Characteristics
Annual Energy Production
RETScreen Wind Energy Project
Wind shear exponent
The user enters the wind shear exponent, which is a dimensionless number expressing the rate at which the wind speed varies with the height above the ground. A low exponent corresponds to a smooth terrain whereas a high exponent is typical of a terrain with sizeable obstacles. This value is used to calculate the average wind speed at the wind turbine hub height and at 10 m.
The wind shear exponent typically ranges from 0.10 to 0.40. The low end of the range corresponds to a smooth terrain (e.g. sea, sand and snow from 0.10 to 0.13). A wind shear of 0.25 corresponds to a rough terrain (i.e. with sizeable obstacles). The high end of the range (0.40) corresponds to a project in an urban area. A value of 0.14 is a good first approximation when the site characteristics are yet to be determined [Le Gouriérès, 1982], [WECTEC, 1996] and [Gipe, 1995].

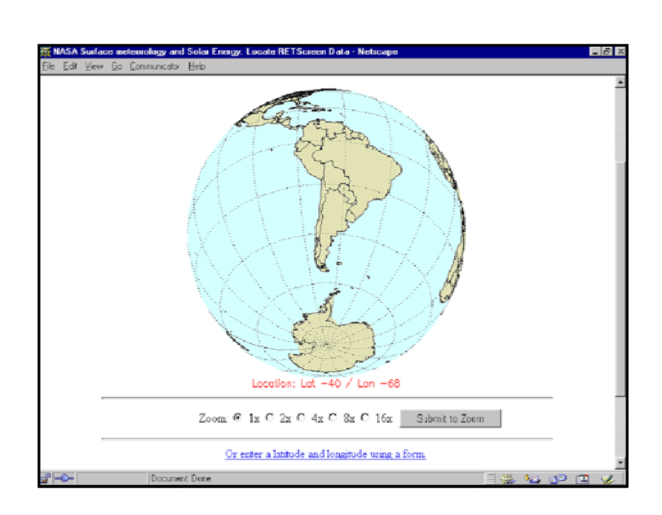

RETScreen® Equipment Data - Wind Energy Project
Wind Turbine Characteristics
Wind Turbine Production Data
Product Database
Power Curve Data
Energy Curve Data

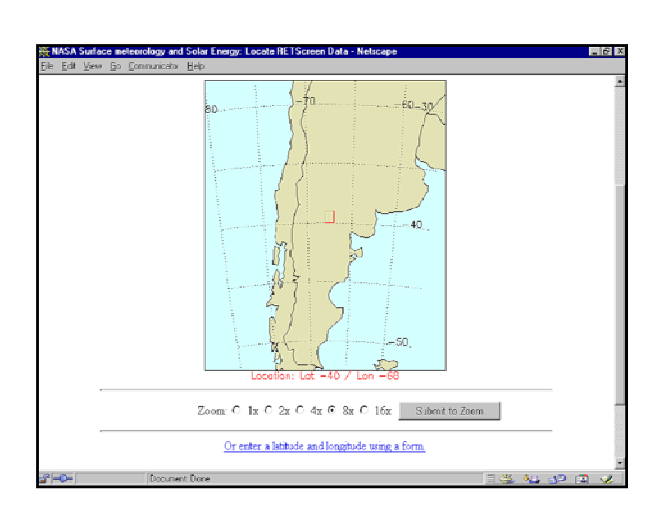

Microsoft Excel - WIND3.xls
RETScreen® Cost Analysis - Wind Energy Project
Search Marketplace
Initial Costs (Credits)
Feasibility Study
Development
Engineering

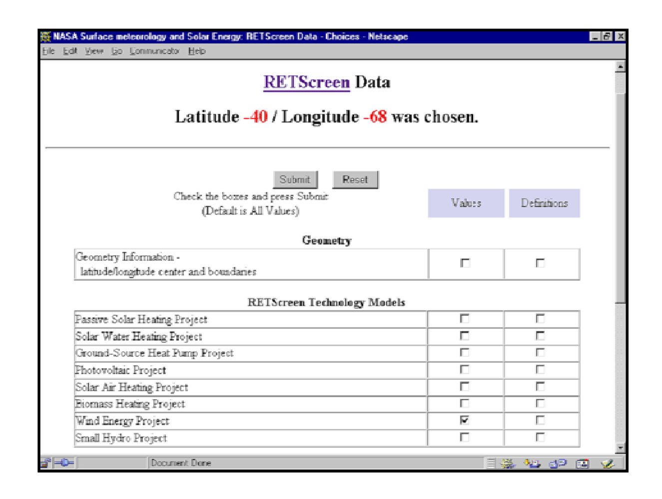

RETScreen® Energy Model - Wind Energy Project
Training & Support
Site Conditions
Weather Database
System Characteristics
Annual Energy Production

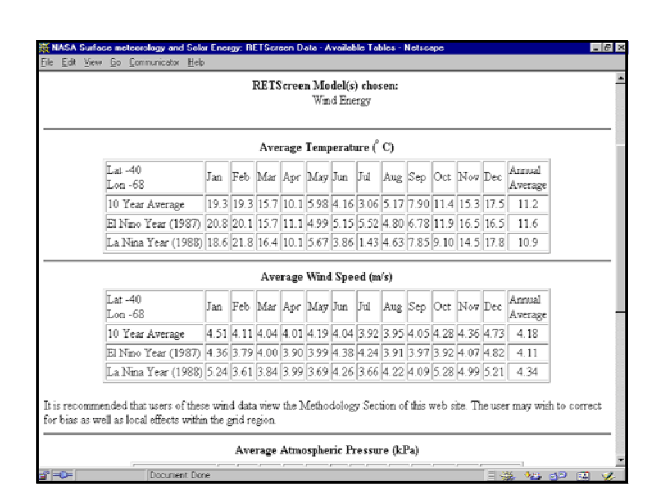

NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Netscape
Surface meteorology and Solar Energy Data Set
A renewable energy resource web site
sponsored by
NASA's Earth Science Enterprise Program
A collaboration with the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes) has produced data output useful to users of the RETScreen® International Renewable Energy Project Analysis Software.
To access data for RETScreen:
Pick a location graphically
Or enter a latitude and longitude in the form below.
Enter BOTH latitude and longitude either in decimal degrees or degrees and minutes separated by a space.
Example:
Latitude 33.5
Longitude -80.75
OR
Latitude 33 30
Longitude -80 45
Latitude?
Longitude?
North: 0 to 90
East: 0 to 180
South: 0 to -90
West: 0 to -180
Submit
Reset
This form is "Reset" if the input is out of range.


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data
Options:
Click on image to recenter.
Select zoom level and submit.
Note: Zoom level must be higher than 2x to retrieve data.
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
Location: Lat -40 / Lon -68
Zoom: 1x 2x 4x 8x 16x
Submit to Zoom
Or enter a latitude and longitude using a form.
Document: Done


NASA Surface meteorology and Solar Energy: Locate RETScreen Data - Netscape
-80
-70
-60
-30
-40
-50
Location: Lat -40 / Lon -68
Zoom: 1x 2x 4x 8x 16x
Submit to Zoom
Or enter a latitude and longitude using a form.
Document: Done




NASA Surface meteorology and Solar Energy: RETScreen Data - Available Tables - Netscape

RETScreen Model(s) chosen:
Wind Energy

Average Temperature (° C)

Lat -40 Lon -68	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10 Year Average	19.3	19.3	15.7	10.1	5.98	4.16	3.06	5.17	7.90	11.4	15.3	17.5	11.2
El Nino Year (1987)	20.8	20.1	15.7	11.1	4.99	5.15	5.52	4.80	6.78	11.9	16.5	16.5	11.6
La Nina Year (1988)	18.6	21.8	16.4	10.1	5.67	3.86	1.43	4.63	7.85	9.10	14.5	17.8	10.9

Average Wind Speed (m/s)

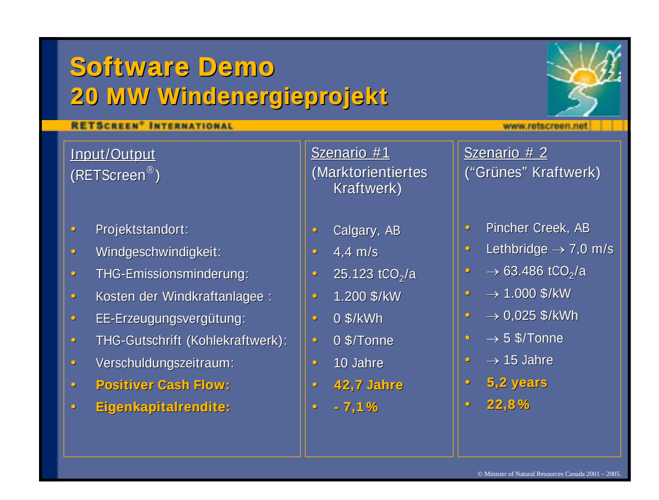
Lat -40 Lon -68	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Average
10 Year Average	4.51	4.11	4.04	4.01	4.19	4.04	3.92	3.95	4.05	4.28	4.36	4.73	4.18
El Nino Year (1987)	4.36	3.79	4.00	3.90	3.99	4.38	4.24	3.91	3.97	3.92	4.07	4.82	4.11
La Nina Year (1988)	5.24	3.61	3.84	3.99	3.69	4.26	3.66	4.22	4.09	5.28	4.99	5.21	4.34

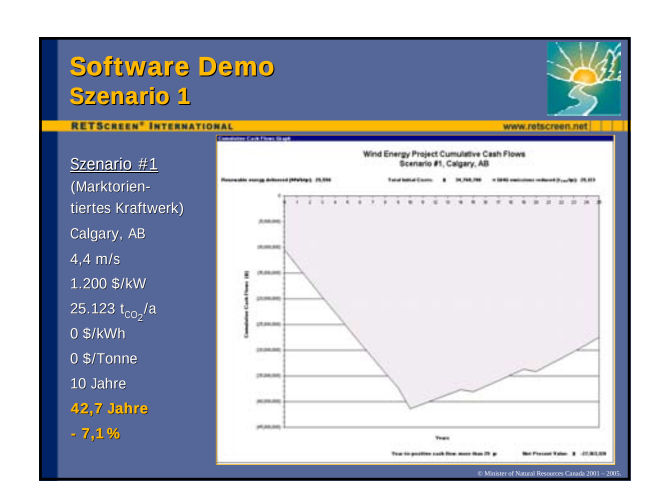
It is recommended that users of these wind data view the Methodology Section of this web site. The user may wish to correct for bias as well as local effects within the grid region.

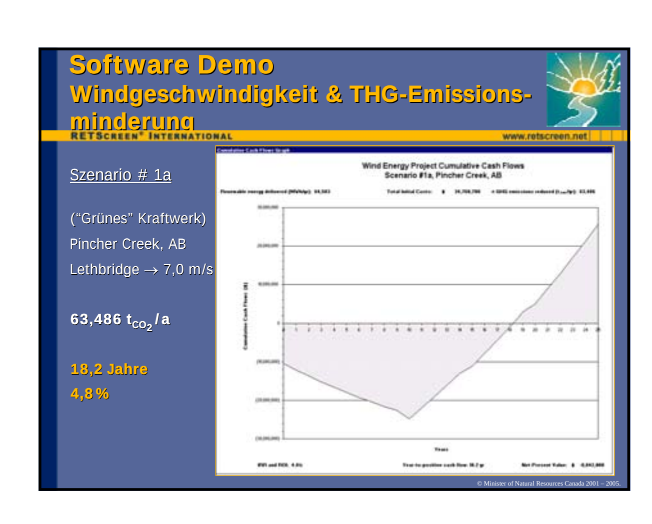
Average Atmospheric Pressure (kPa)

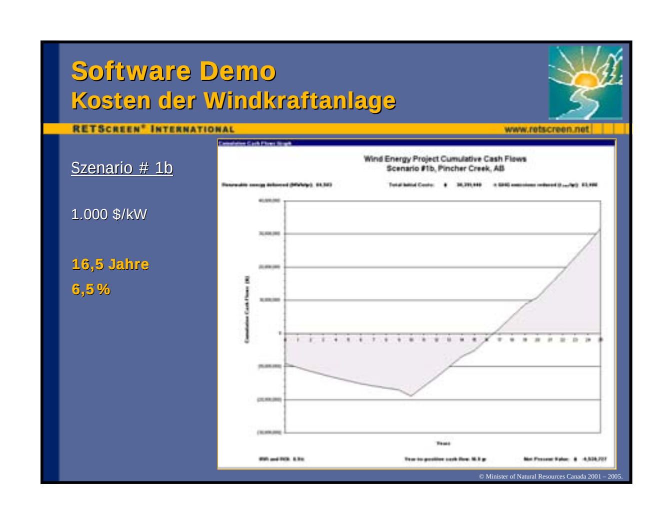
Document: Done

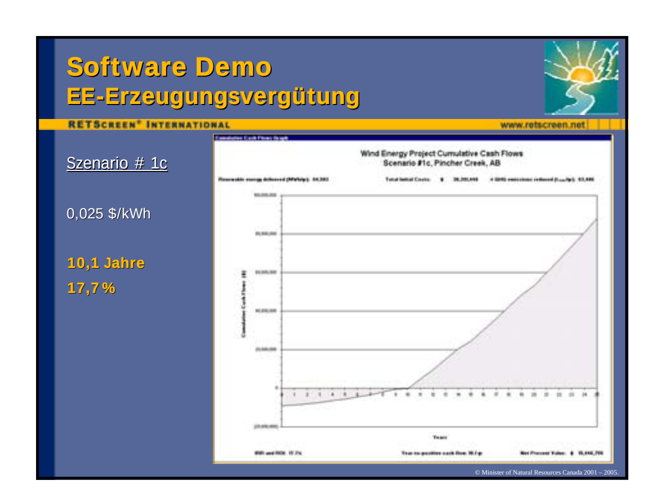


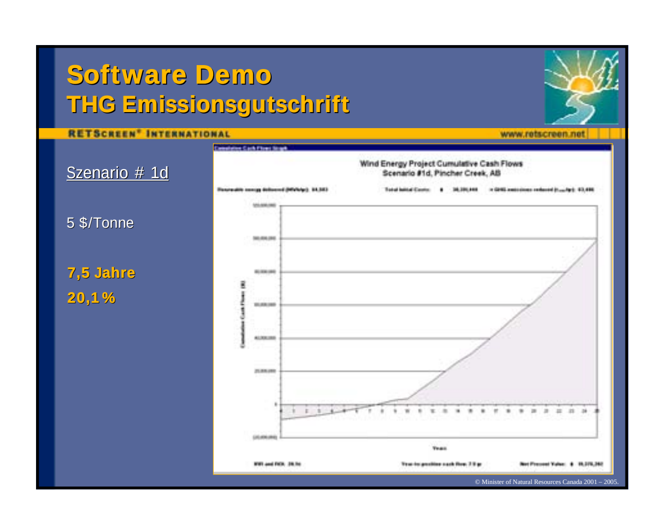

Software Demo
20 MW Windenergieprojekt
RETScreen® International
www.retscreen.net
Input/Output
(RETScreen®)
Projektstandort:
Windgeschwindigkeit:
THG-Emissionsminderung:
Kosten der Windkraftanlagee :
EE-Erzeugungsvergütung:
THG-Gutschrift (Kohlekraftwerk):
Verschuldungszeitraum:
Positiver Cash Flow:
Eigenkapitalrendite:
Szenario #1
(Marktorientiertes Kraftwerk)
Calgary, AB
4,4 m/s
25.123 tCO2/a
1.200 $/kW
0 $/kWh
0 $/Tonne
10 Jahre
42,7 Jahre
- 7,1%
Szenario # 2
("Grünes" Kraftwerk)
Pincher Creek, AB
Lethbridge → 7,0 m/s
→ 63.486 tCO2/a
→ 1.000 $/kW
→ 0,025 $/kWh
→ 5 $/Tonne
→ 15 Jahre
5,2 years
22,8%
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

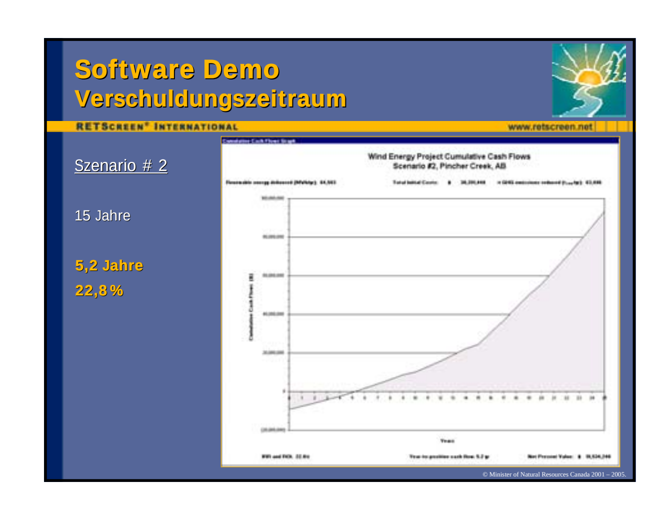

Software Demo
Szenario 1
RETScreen® International
www.retscreen.net
Szenario #1
(Marktorien-
tiertes Kraftwerk)
Calgary, AB
4,4 m/s
1.200 $/kW
25.123 tCO2/a
0 $/kWh
0 $/Tonne
10 Jahre
42,7 Jahre
- 7,1%
Wind Energy Project Cumulative Cash Flows
Scenario #1, Calgary, AB
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Software Demo
Windgeschwindigkeit & THG-Emissions-minderung
RETScreen® International
www.retscreen.net
Szenario # 1a
("Grünes" Kraftwerk)
Pincher Creek, AB
Lethbridge → 7,0 m/s
63,486 tCO2 /a
18,2 Jahre
4,8%
Wind Energy Project Cumulative Cash Flows
Scenario #1a, Pincher Creek, AB
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

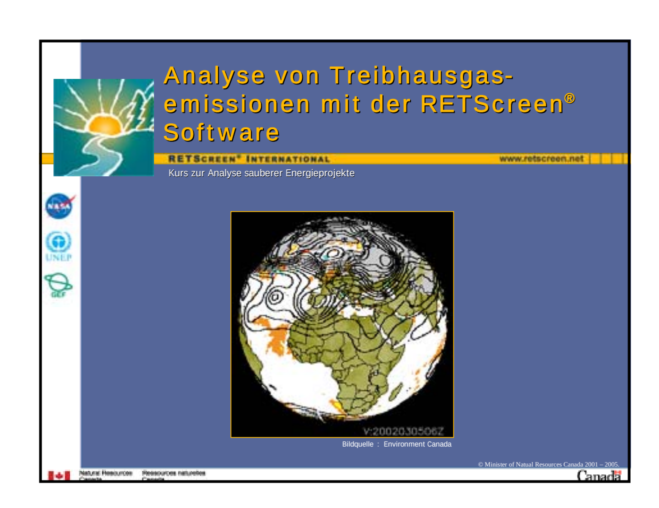

Software Demo
Kosten der Windkraftanlage
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Szenario # 1b
1.000 $/kW
16,5 Jahre
6,5 %
Wind Energy Project Cumulative Cash Flows
Scenario #1b, Pincher Creek, AB
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

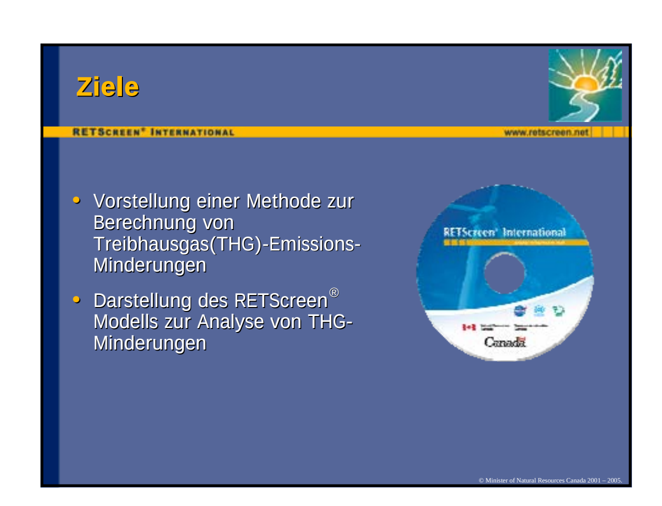

Software Demo
EE-Erzeugungsvergütung
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Szenario # 1c
0,025 $/kWh
10,1 Jahre
17,7 %
Wind Energy Project Cumulative Cash Flows
Scenario #1c, Pincher Creek, AB
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Software Demo
THG Emissionsgutschrift
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Szenario # 1d
5 $/Tonne
7,5 Jahre
20,1 %
Wind Energy Project Cumulative Cash Flows
Scenario #1d, Pincher Creek, AB
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

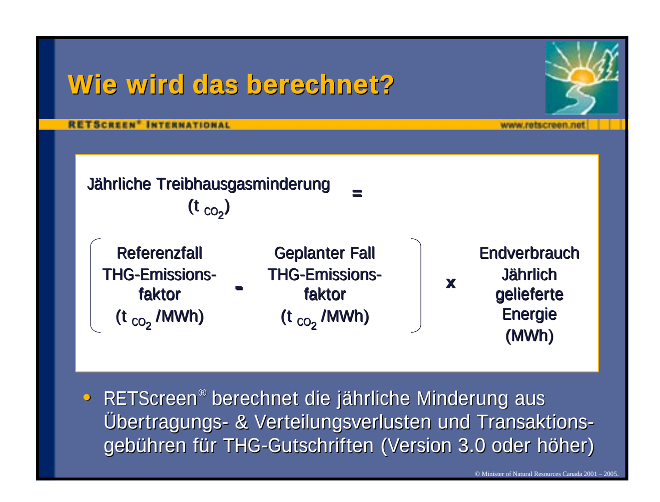

Software Demo
Verschuldungszeitraum
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Szenario # 2
15 Jahre
5,2 Jahre
22,8 %
Wind Energy Project Cumulative Cash Flows
Scenario #2, Pincher Creek, AB
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

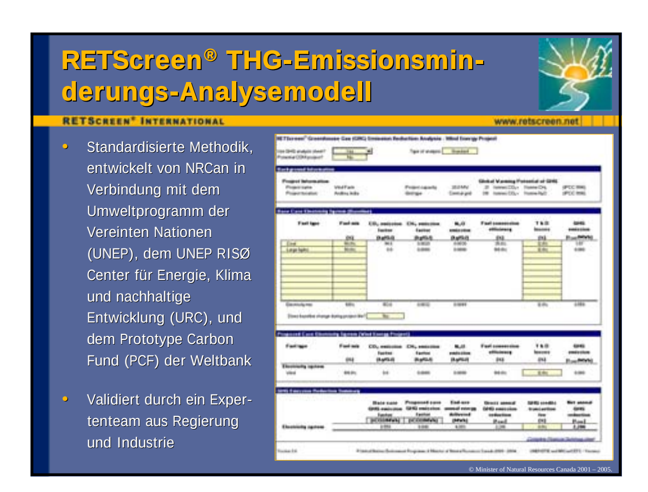

Fragen?
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

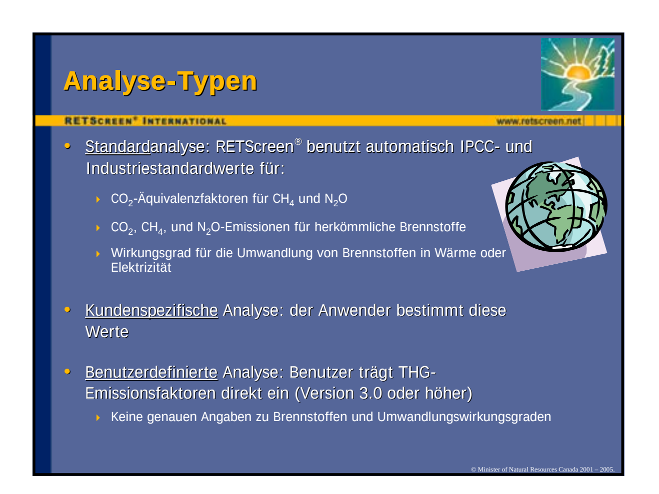

Analyse von Treibhausgas-emissionen mit der RETScreen® Software
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Bildquelle : Environment Canada
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

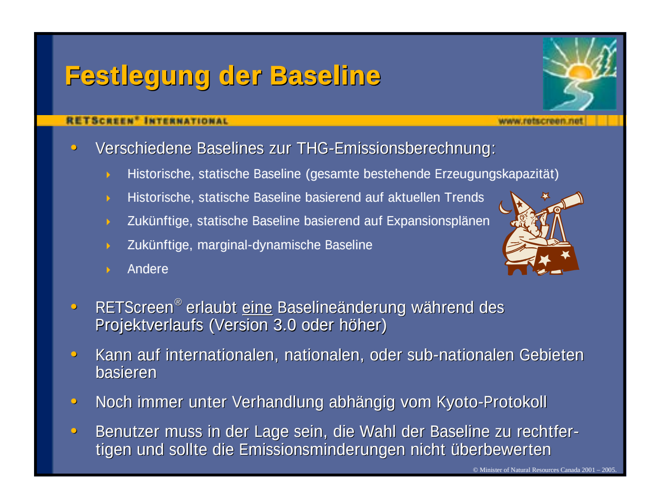

Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Vorstellung einer Methode zur Berechnung von Treibhausgas(THG)-Emissions-Minderungen
Darstellung des RETScreen® Modells zur Analyse von THG-Minderungen
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Was muss berechnet werden?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Jährliche Minderung von Treibhausgasemissionen
Referenzfall (typischerweise konventionelle Technologie) vs. geplanten Fall (saubere Energietechnologie)
Einheiten: Tonnen CO_2 pro Jahr
CH_4- und N_2O-Emissionen umgerechnet in entsprechende CO_2-Emissionen in Bezug auf ihr globales Erwärmungspotenzial
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

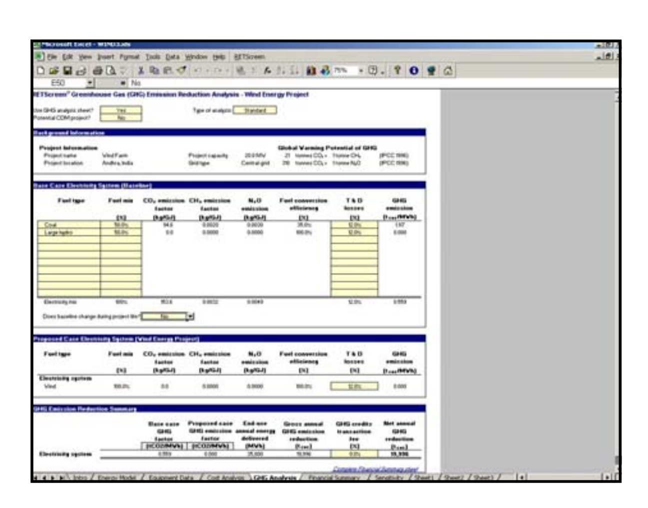

Wie wird das berechnet?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Jährliche Treibhausgasminderung
(t CO_2)
=
Referenzfall
THG-Emissions-
faktor
(t CO_2 /MWh)
-
Geplanter Fall
THG-Emissions-
faktor
(t CO_2 /MWh)
x
Endverbrauch
Jährlich
gelieferte
Energie
(MWh)
RETScreen® berechnet die jährliche Minderung aus Übertragungs- & Verteilungsverlusten und Transaktions-gebühren für THG-Gutschriften (Version 3.0 oder höher)
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

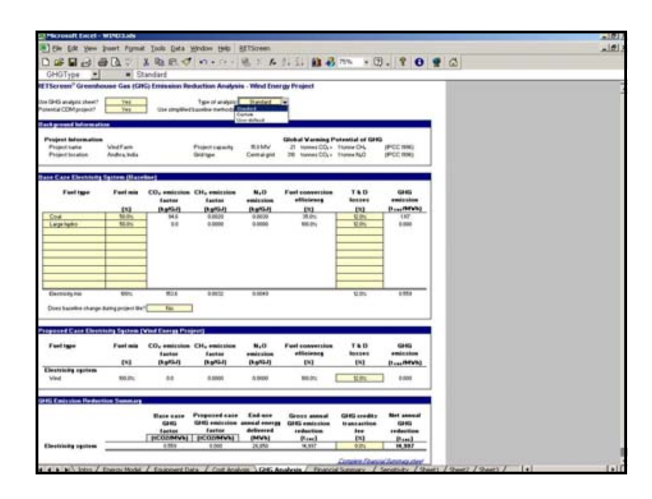

RETScreen® THG-Emissionsmin-derungs-Analysemodell
RETScreen® International
www.retscreen.net
Standardisierte Methodik, entwickelt von NRCan in Verbindung mit dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP), dem UNEP RISØ Center für Energie, Klima und nachhaltige Entwicklung (URC), und dem Prototype Carbon Fund (PCF) der Weltbank
Validiert durch ein Exper-tenteam aus Regierung und Industrie
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

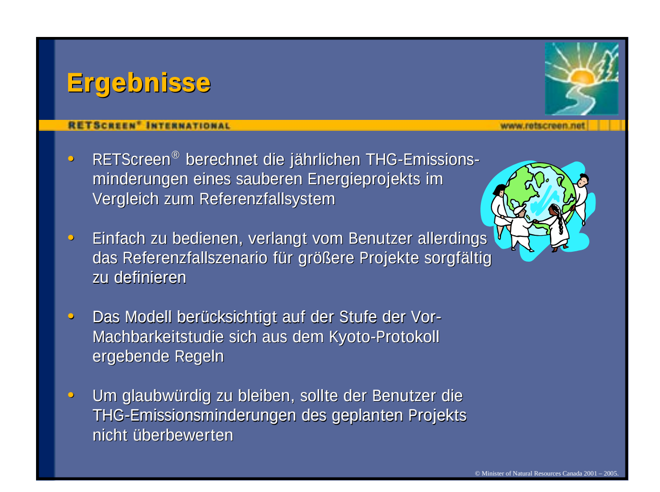

Analyse-Typen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Standardanalyse: RETScreen® benutzt automatisch IPCC- und Industriestandardwerte für:
CO_2-Äquivalenzfaktoren für CH_4 und N_2O
CO_2, CH_4, und N_2O-Emissionen für herkömmliche Brennstoffe
Wirkungsgrad für die Umwandlung von Brennstoffen in Wärme oder Elektrizität
Kundenspezifische Analyse: der Anwender bestimmt diese Werte
Benutzerdefinierte Analyse: Benutzer trägt THG-Emissionsfaktoren direkt ein (Version 3.0 oder höher)
Keine genauen Angaben zu Brennstoffen und Umwandlungswirkungsgraden
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Festlegung der Baseline
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Verschiedene Baselines zur THG-Emissionsberechnung:
Historische, statische Baseline (gesamte bestehende Erzeugungskapazität)
Historische, statische Baseline basierend auf aktuellen Trends
Zukünftige, statische Baseline basierend auf Expansionsplänen
Zukünftige, marginal-dynamische Baseline
Andere
RETScreen® erlaubt eine Baselineänderung während des Projektverlaufs (Version 3.0 oder höher)
Kann auf internationalen, nationalen, oder sub-nationalen Gebieten basieren
Noch immer unter Verhandlung abhängig vom Kyoto-Protokoll
Benutzer muss in der Lage sein, die Wahl der Baseline zu rechtfertigen und sollte die Emissionsminderungen nicht überbewerten
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

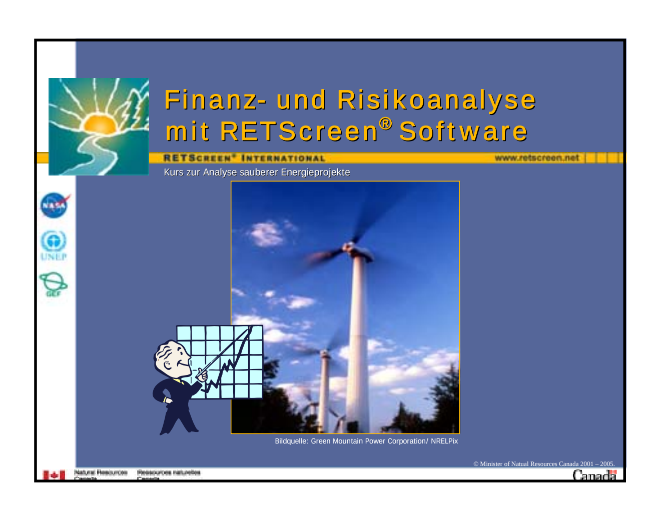

RETScreen® erleichtert CDM- und JI-Projekte unter dem Kyoto-Protokoll
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Projekte innerhalb des Clean Development Mechanism (CDM) :
Industrieländer oder Unternehmen, die in Entwicklungsländern in THG-Emissionsminderungsprojekte investieren, erhalten Gutschriften für diese Projekte
Kleine CDM-Projekte können vereinfachte Baseline-Methoden anwenden
Projekte aus dem Elektrizitätsbereich ≤ 15 MW
Energieeffizienzprojekte mit Einsparungen ≤ 15 GWh pro Jahr
Joint Implementation (JI)-Projekte:
Industrieländer oder Unternehmen erhalten THG-Emissionsminderungsgutschriften durch Investition in ein Projekt in einem anderen Land, das Emissionsminderungsziele im Kyoto-Protokoll besitzt (d.h. Annex-I-Länder)
Projekt typischerweise in einem Schwellenland
CDM- und JI-Projekte müssen “Zusätzlichkeit” nachweisen – Emissionsminderungen liegen über den im Baseline-Szenario erreichten
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.



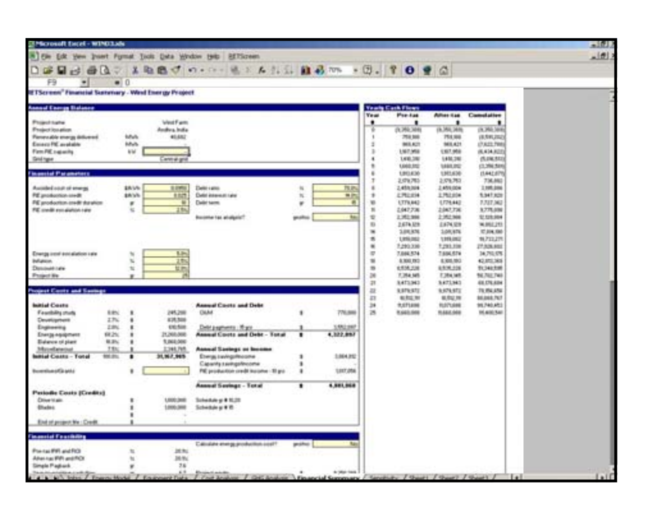

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help RETScreen
GHGType
Standard

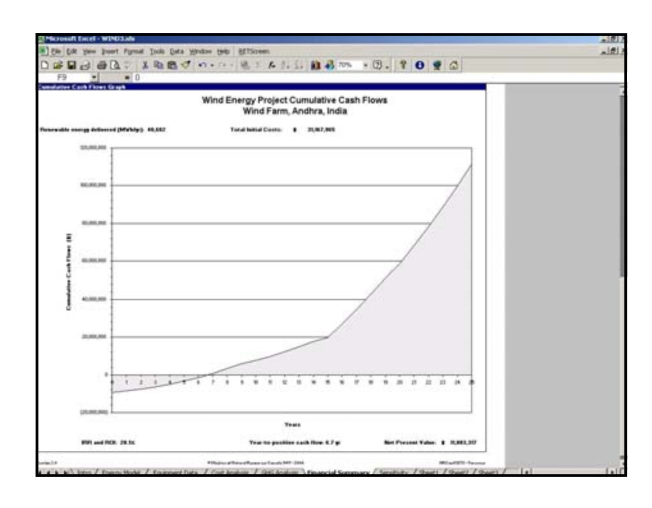

Ergebnisse
RETScreen® International
www.retscreen.net
RETScreen® berechnet die jährlichen THG-Emissionsminderungen eines sauberen Energieprojekts im Vergleich zum Referenzfallsystem
Einfach zu bedienen, verlangt vom Benutzer allerdings das Referenzfallszenario für größere Projekte sorgfältig zu definieren
Das Modell berücksichtigt auf der Stufe der Vor-Machbarkeitsstudie sich aus dem Kyoto-Protokoll ergebende Regeln
Um glaubwürdig zu bleiben, sollte der Benutzer die THG-Emissionsminderungen des geplanten Projekts nicht überbewerten
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

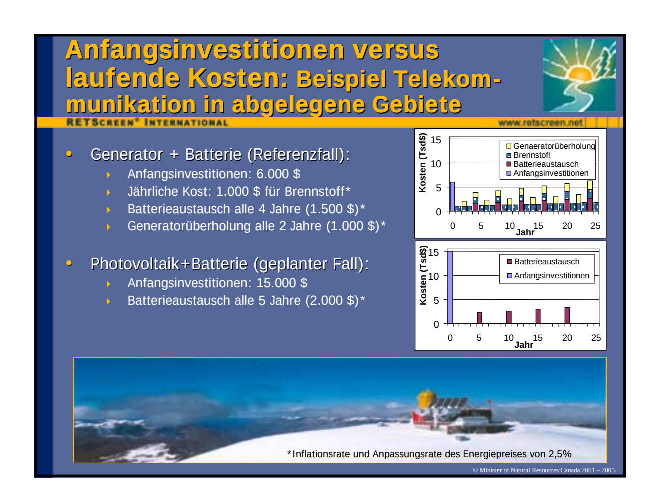

Fragen?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Bildquelle : Environment Canada
www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

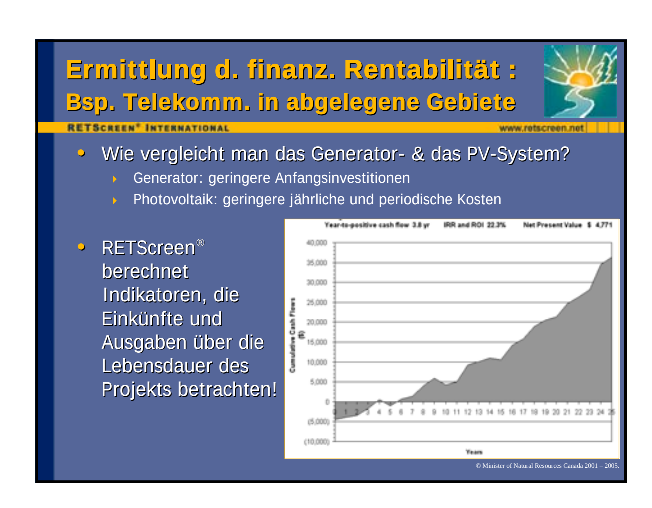

Finanz- und Risikoanalyse
mit RETScreen® Software
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Bildquelle: Green Mountain Power Corporation/ NRELPix
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.
Canada

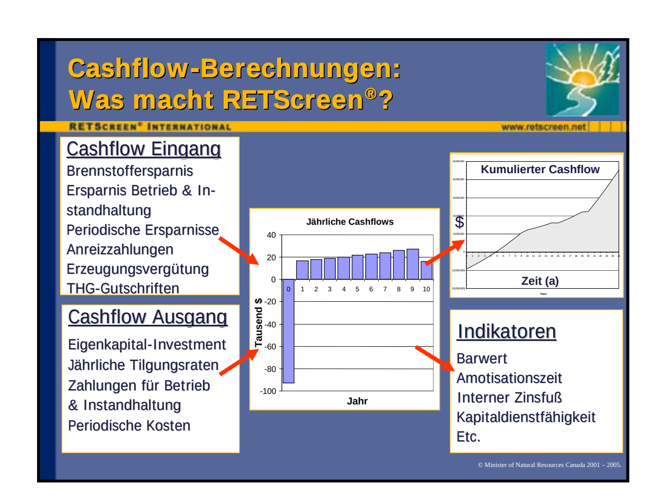

Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Einführung in die RETScreen® Methodik zur Bewertung der finanziellen Rentabilität eines potenziellen sauberen Energieprojekts
Überblick über wichtige finanzielle (Input-) Parameter
Prüfung der Schlüsselindikatoren für finanzielle Rentabilität
Untersuchung der Annahmen für Cashflow-Berechnungen
Herausstellung von Unterschieden zwischen Anfangsinvestitionen, Amortisationszeit und finanziellen Schlüsselindikatoren
Darstellung des RETScreen® Arbeitsblatts “Kostenübersicht”
Darstellung wie Anreize, Erzeugungsvergütung, THG-Gutschriften und Steuern in die Finanzanalyse eingeschlossen werden können
Einführung in die Sensitivitäts- und Risikoanalyse mit RETScreen®
Darstellung des RETScreen® Arbeitsblatts “Sensitivitäts- und Risikoanalyse” (Version 3.0 oder höher)
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

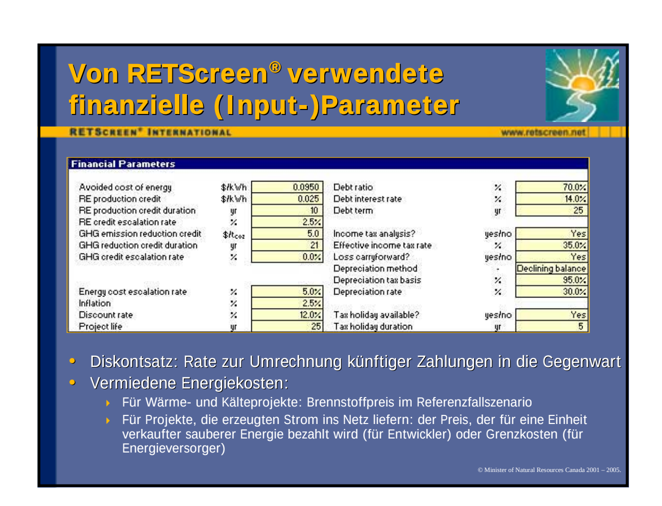



Wind Energy Project Cumulative Cash Flows
Wind Farm, Andhra, India
Years

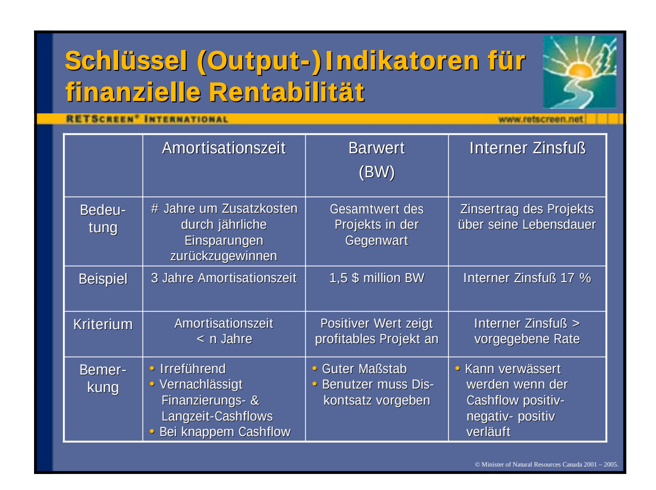

Anfangsinvestitionen versus laufende Kosten: Beispiel Telekom-munikation in abgelegene Gebiete
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Generator + Batterie (Referenzfall):
Anfangsinvestitionen: 6.000 $
Jährliche Kost: 1.000 $ für Brennstoff*
Batterieaustausch alle 4 Jahre (1.500 $)*
Generatorüberholung alle 2 Jahre (1.000 $)*
Photovoltaik+Batterie (geplanter Fall):
Anfangsinvestitionen: 15.000 $
Batterieaustausch alle 5 Jahre (2.000 $)*
Kosten (Tsd$)
Genaeratorüberholung
Brennstoff
Batterieaustausch
Anfangsinvestitionen
Jahr
*Inflationsrate und Anpassungsrate des Energiepreises von 2,5%
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Ermittlung d. finanz. Rentabilität : Bsp. Telekomm. in abgelegene Gebiete
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Wie vergleicht man das Generator- & das PV-System?
Generator: geringere Anfangsinvestitionen
Photovoltaik: geringere jährliche und periodische Kosten
RETScreen® berechnet Indikatoren, die Einkünfte und Ausgaben über die Lebensdauer des Projekts betrachten!
Year-to-positive cash flow 3.8 yr
IRR and ROI 22.3%
Net Present Value $ 4,771
Cumulative Cash Flows ($)
Years
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

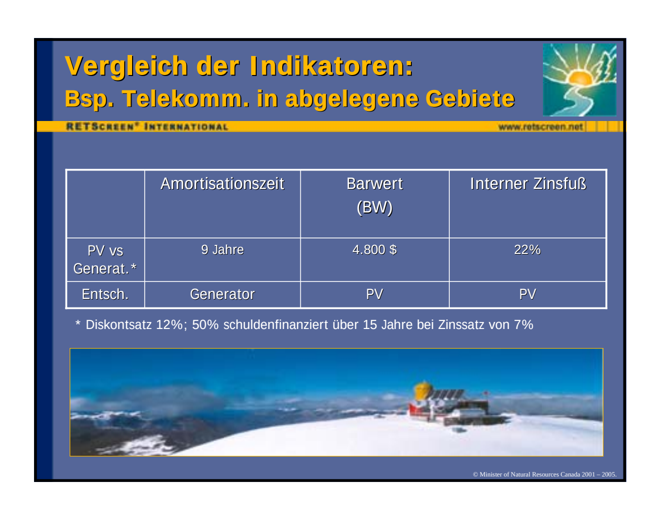




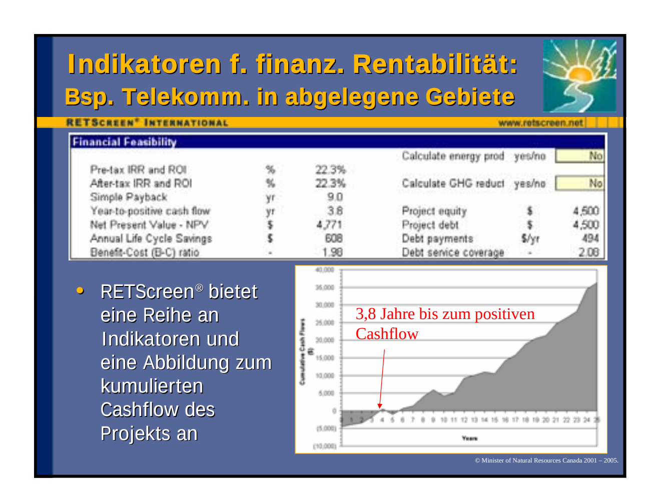
Avoided cost of energy	$/kWh	0.0950	Debt ratio	%	70.0%
RE production credit	$/kWh	0.025	Debt interest rate	%	14.0%
RE production credit duration	yr	10	Debt term	yr	25
RE credit escalation rate	%	2.5%			
GHG emission reduction credit	$/$t_{CO2}$	5.0	Income tax analysis?	yes/no	Yes
GHG reduction credit duration	yr	21	Effective income tax rate	%	35.0%
GHG credit escalation rate	%	0.0%	Loss carryforward?	yes/no	Yes
			Depreciation method	-	Declining balance
			Depreciation tax basis	%	95.0%
Energy cost escalation rate	%	5.0%	Depreciation rate	%	30.0%
Inflation	%	2.5%			
Discount rate	%	12.0%	Tax holiday available?	yes/no	Yes
Project life	yr	25	Tax holiday duration	yr	5

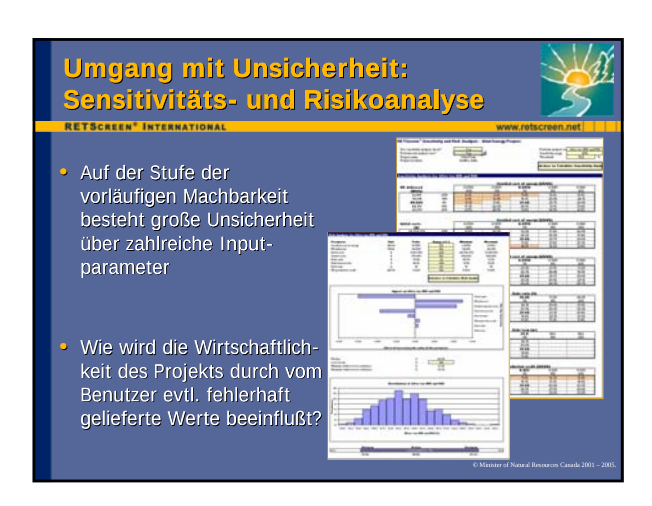


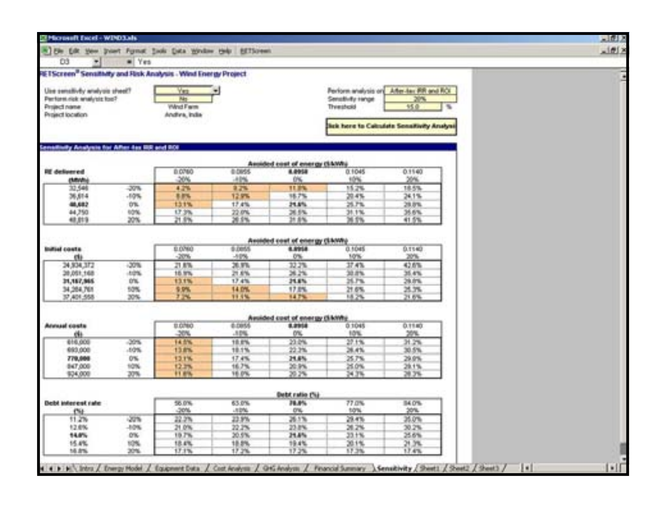
	Amortisationszeit	Barwert (BW)	Interner Zinsfuß
Bedeu-tung	# Jahre um Zusatzkosten durch jährliche Einsparungen zurückzugewinnen	Gesamtwert des Projekts in der Gegenwart	Zinsertrag des Projekts über seine Lebensdauer
Beispiel	3 Jahre Amortisationszeit	1,5 $ million BW	Interner Zinsfuß 17 %
Kriterium	Amortisationszeit < n Jahre	Positiver Wert zeigt profitables Projekt an	Interner Zinsfuß > vorgegebene Rate
Bemer-kung	• Irreführend • Vernachlässigt Finanzierungs- & Langzeit-Cashflows • Bei knappem Cashflow	• Guter Maßstab • Benutzer muss Dis-kontsatz vorgeben	• Kann verwässert werden wenn der Cashflow positiv-negativ- positiv verläuft

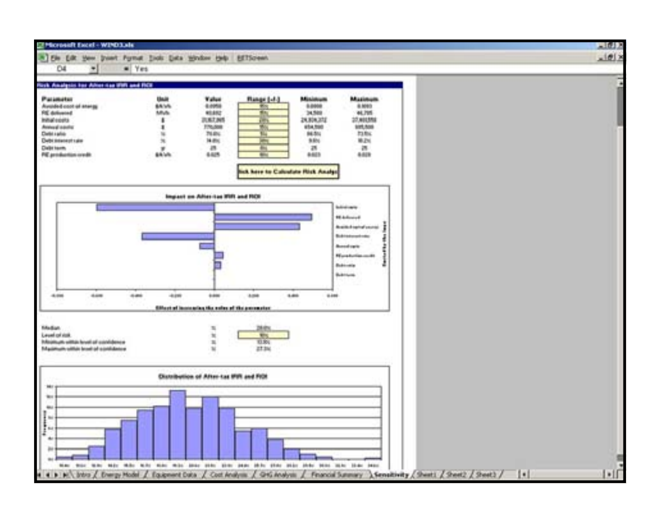


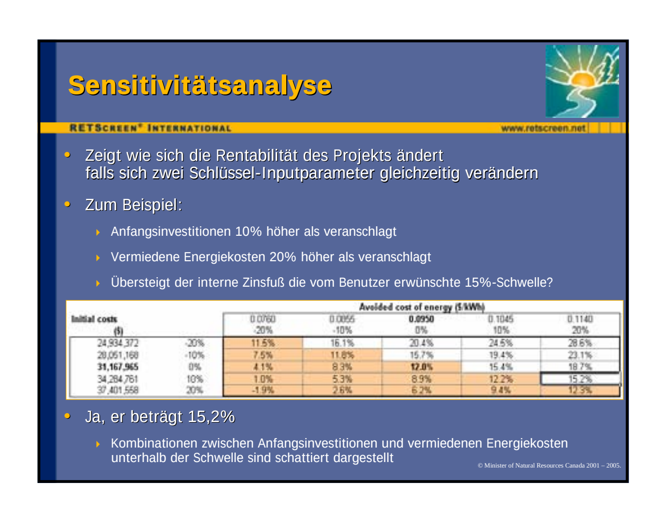
	Amortisationszeit	Barwert (BW)	Interner Zinsfuß
PV vs Generat.*	9 Jahre	4.800 $	22%
Entsch.	Generator	PV	PV



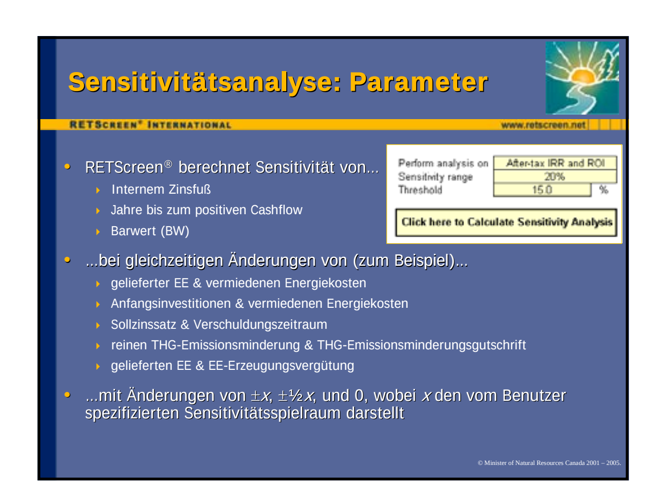


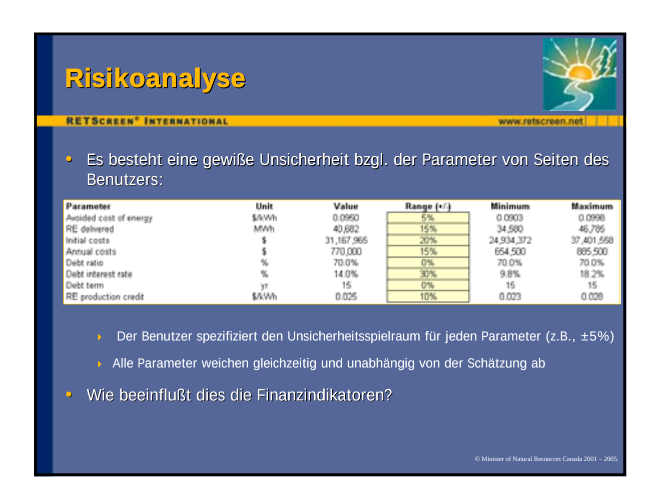




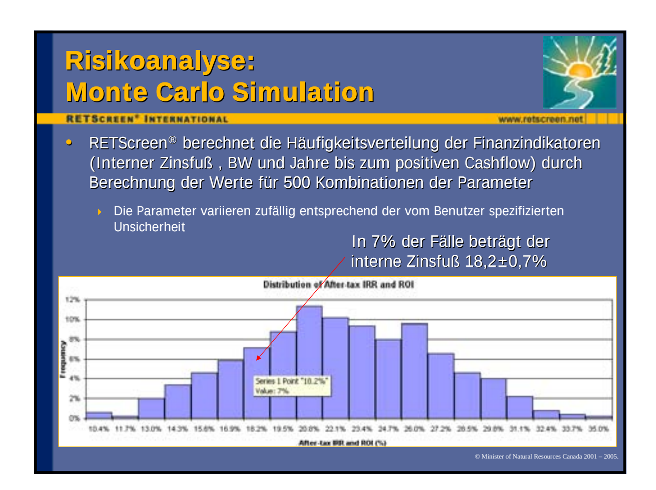


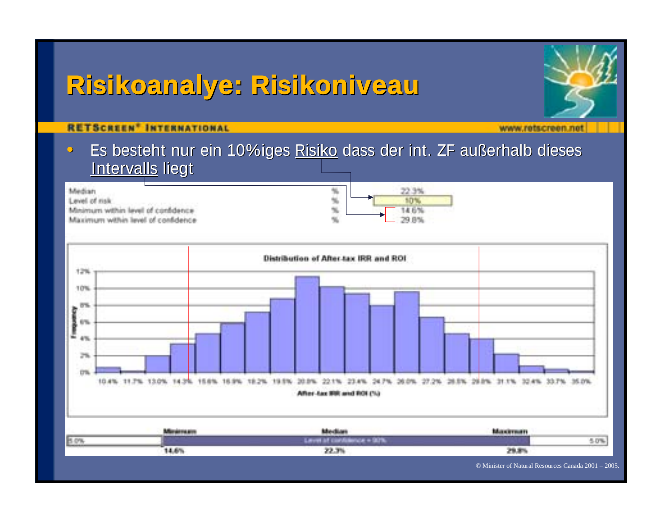
Initial costs ($)		Avoided cost of energy ($/kWh) 0.0760 -20%	0.0855 -10%	0.0950 0%	0.1045 10%	0.1140 20%
24,934,372	-20%	11.5%	16.1%	20.4%	24.5%	28.6%
28,051,168	-10%	7.5%	11.8%	15.7%	19.4%	23.1%
31,167,965	0%	4.1%	8.3%	12.0%	15.4%	18.7%
34,284,761	10%	1.0%	5.3%	8.9%	12.2%	15.2%
37,401,558	20%	-1.9%	2.6%	6.2%	9.4%	12.3%

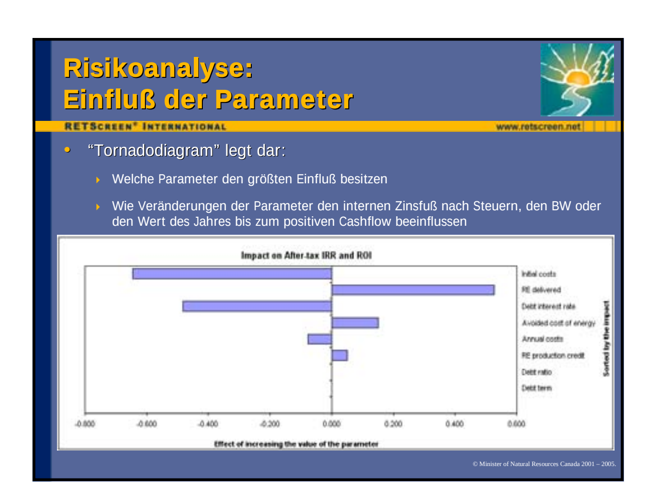




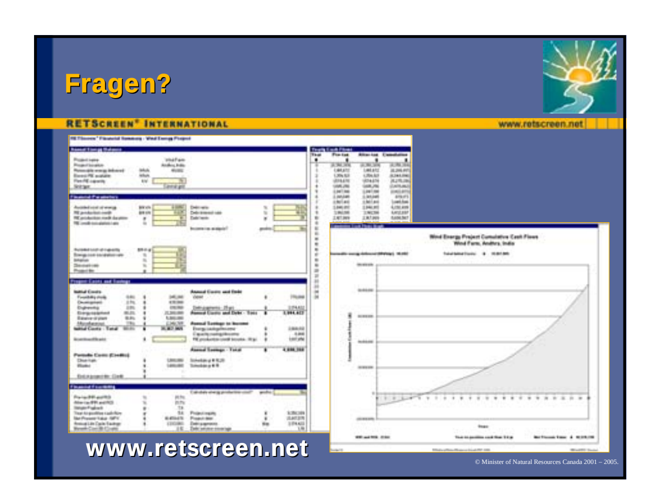
Parameter	Unit	Value	Range (+/-)	Minimum	Maximum
Avoided cost of energy	$/kWh	0.0950	5%	0.0903	0.0998
RE delivered	MWh	40,682	15%	34,580	46,785
Initial costs	$	31,167,965	20%	24,934,372	37,401,558
Annual costs	$	770,000	15%	654,500	885,500
Debt ratio	%	70.0%	0%	70.0%	70.0%
Debt interest rate	%	14.0%	30%	9.8%	18.2%
Debt term	yr	15	0%	15	15
RE production credit	$/kWh	0.025	10%	0.023	0.028




Risikoanalye: Risikoniveau
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Es besteht nur ein 10%iges Risiko dass der int. ZF außerhalb dieses Intervalls liegt
Median
Level of risk
Minimum within level of confidence
Maximum within level of confidence
22.3%
10%
14.6%
29.8%
Distribution of After-tax IRR and ROI
Frequency
After-tax IRR and ROI (%)
Minimum
Median
Maximum
14.6%
22.3%
29.8%
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

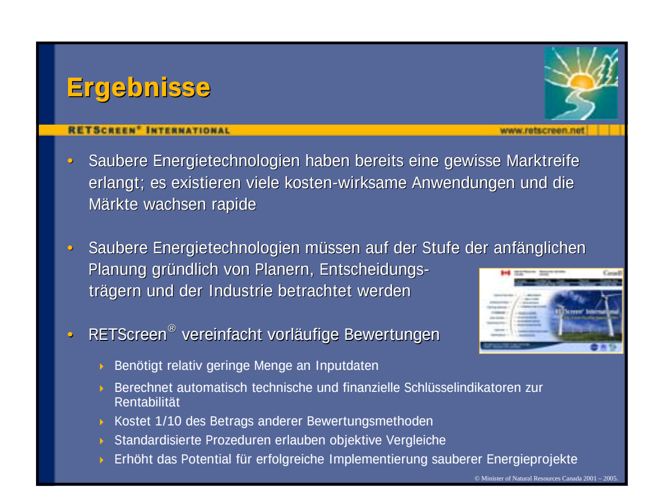

Risikoanalyse:
Einfluß der Parameter
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
"Tornadodiagram" legt dar:
Welche Parameter den größten Einfluß besitzen
Wie Veränderungen der Parameter den internen Zinsfuß nach Steuern, den BW oder den Wert des Jahres bis zum positiven Cashflow beeinflussen
Impact on After-tax IRR and ROI
Initial costs
RE delivered
Debt interest rate
Avoided cost of energy
Annual costs
RE production credit
Debt ratio
Debt term
Sorted by the impact
Effect of increasing the value of the parameter
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Ergebnisse
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
RETScreen® erklärt Cashflows auf Grundlage der Anfangsinvestitionen, Energieeinsparungen, Betriebs- & Instandhaltungskosten, Brennstoffkosten, Besteuerung, THG- und EE-Erzeugungsgutschriften
RETScreen® berechnet automatisch wichtige Indikatoren zur finanziellen Rentabilität
Die Sensitivität der Schlüssel-Finanzindikatoren in Bezug auf Änderungen des Inputs kann mit RETScreen® untersucht werden
Indikatoren, die die Wirtschaftlichkeit über die Lebensdauer des Projekts betrachten, wie z.B. interner Zinsfuß und BW, sind der Amortisationszeit vorzuziehen
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

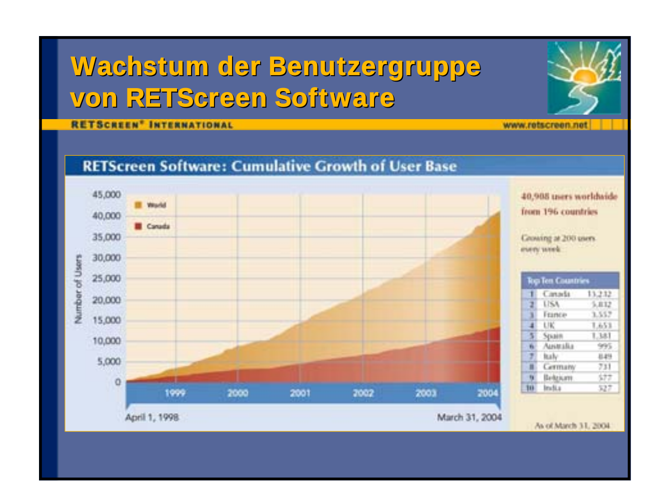

Fragen?
RETScreen® International
www.retscreen.net
www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.



Zusammenfassung des Einführungsmoduls
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
UNEP
GEF
Bildquelle : Nordex Gmbh
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.
Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada

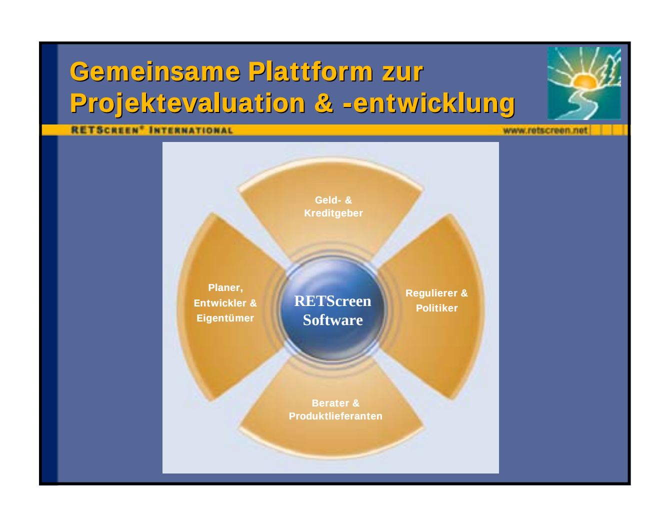


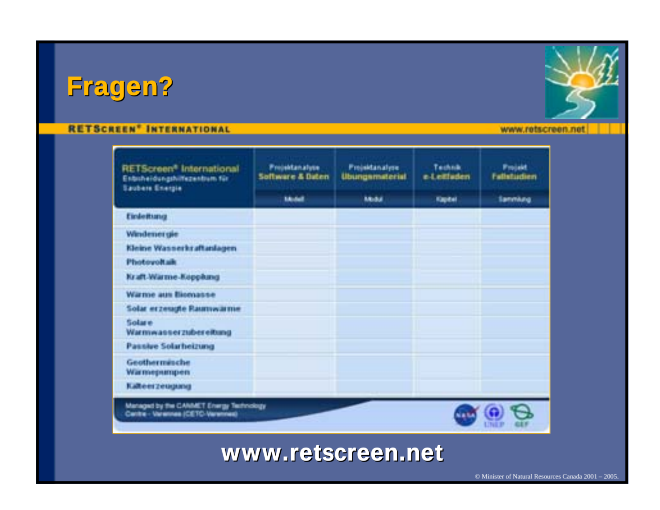
Ergebnisse
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Saubere Energietechnologien haben bereits eine gewisse Marktreife erlangt; es existieren viele kosten-wirksame Anwendungen und die Märkte wachsen rapide
• Saubere Energietechnologien müssen auf der Stufe der anfänglichen Planung gründlich von Planern, Entscheidungs-trägern und der Industrie betrachtet werden
• RETScreen® vereinfacht vorläufige Bewertungen
Benötigt relativ geringe Menge an Inputdaten
Berechnet automatisch technische und finanzielle Schlüsselindikatoren zur Rentabilität
Kostet 1/10 des Betrags anderer Bewertungsmethoden
Standardisierte Prozeduren erlauben objektive Vergleiche
Erhöht das Potential für erfolgreiche Implementierung sauberer Energieprojekte
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.



Wachstum der Benutzergruppe von RETScreen Software
RETScreen® International
www.retscreen.net
RETScreen Software: Cumulative Growth of User Base
World
Canada
Number of Users
45,000
40,000
35,000
30,000
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
1999
2000
2001
2002
2003
2004
April 1, 1998
March 31, 2004
40,908 users worldwide from 196 countries
Growing at 200 users every week
Top Ten Countries
1 Canada 13,232
2 USA 5,832
3 France 3,557
4 UK 1,653
5 Spain 1,381
6 Australia 995
7 Italy 849
8 Germany 731
9 Belgium 577
10 India 527
As of March 31, 2004

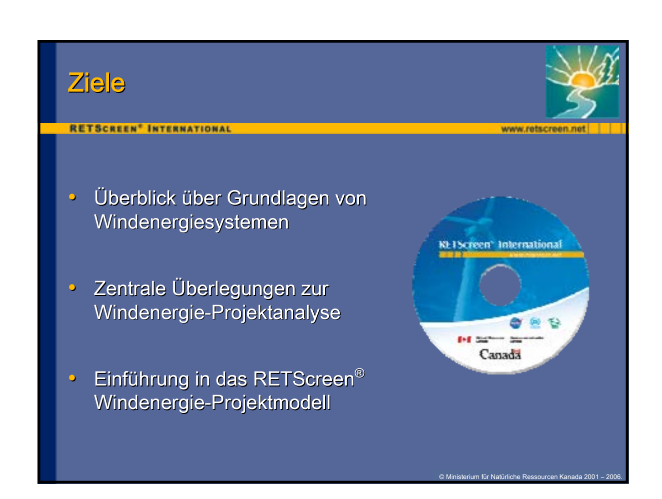

Ein Werkzeug zur Entscheidungs-hilfe & zum Aufbau von Kapazität
RETScreen® International
www.retscreen.net
RETScreen Software: Reported Intended Use
42,140 online survey respondants
Number of Users
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
Assess projects
Project development
Training
Other
20,497 (49%)
11,225 (27%)
10,073 (24%)
6,514 (15%)
5,371 (13%)
5,577 (13%)
4,003 (9%)
5,980 (14%)
10,587 (25%)
Profile of Users
Type 1 - Implementers (36%)
20% Professional services
10% Project developer/owner
6% Product suppliers
Type 2 - Facilitators (28%)
19% Educational institution/R&D Centre
6% Financial/Government/Multi-lateral
3% Association/NGO
Type 3 - Individuals (36%)
As of March 31, 2004


Gemeinsame Plattform zur Projektevaluation & -entwicklung
RETScreen® International
www.retscreen.net
Geld- & Kreditgeber
Planer, Entwickler & Eigentümer
RETScreen Software
Regulierer & Politiker
Berater & Produktlieferanten

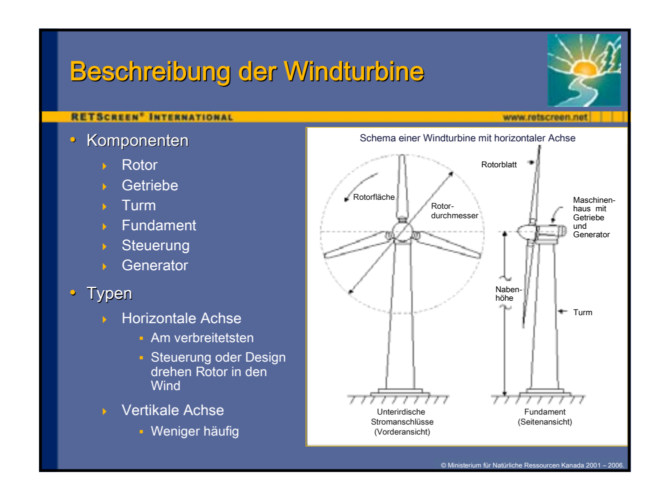

Fragen?
RETScreen® International
www.retscreen.net
RETScreen® International
Entscheidungshilfezentrum für Saubere Energie
Projektanalyse Software & Daten
Projektanalyse Übungsmaterial
Technik e-Leitfaden
Projekt Fallstudien
Modell
Modul
Kapitel
Sammlung
Einleitung
Windenergie
Kleine Wasserkraftanlagen
Photovoltaik
Kraft-Wärme-Kopplung
Wärme aus Biomasse
Solar erzeugte Raumwärme
Solare Warmwasserzubereitung
Passive Solarheizung
Geothermische Wärmepumpen
Kälteerzeugung
Managed by the CANMET Energy Technology Centre - Varennes (CETC-Varennes)
UNEP
GEF
www.retscreen.net
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


ANALYSEMODUL FÜR WINDENERGIEPROJEKTE


Windenergie-Projektanalyse
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse von sauberen Energieprojekten
Große Windkraftanlage
Bild: Nordex AG
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.
Canada

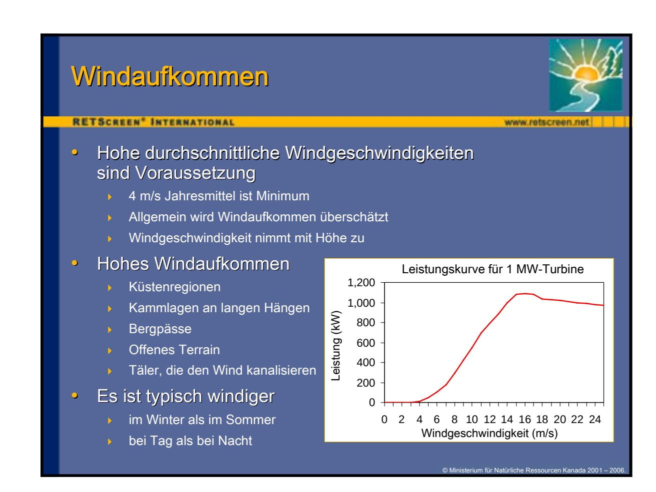

Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Überblick über Grundlagen von Windenergiesystemen
• Zentrale Überlegungen zur Windenergie-Projektanalyse
• Einführung in das RETScreen® Windenergie-Projektmodell
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

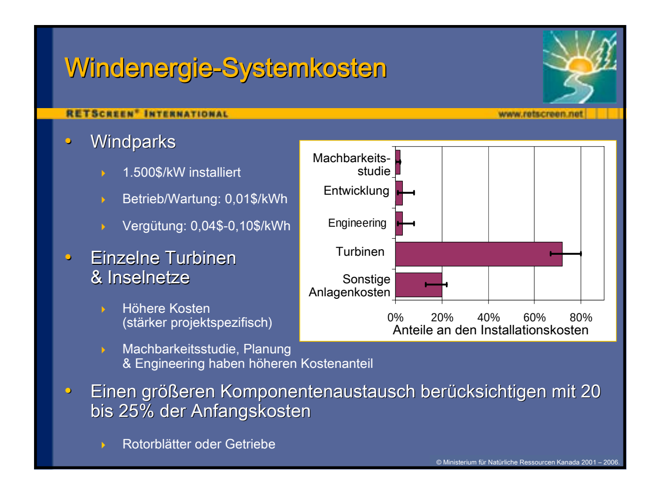

Was können Windenergiesysteme leisten ?
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Strom für
Zentrale Netze
Inselnetze
Entlegene Stromversorgung
Wasserpumpen
…aber auch…
Unterstützung schwacher Netze
Reduzierte Schwankung von Energiepreisen
Verminderte Übertragungs- und Verteilungsverluste
San Gorgino Windpark, Palm Springs, Kalifornien, USA
Bild: Warren Gretz/ NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beschreibung der Windturbine
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Komponenten
Rotor
Getriebe
Turm
Fundament
Steuerung
Generator
Typen
Horizontale Achse
Am verbreitetsten
Steuerung oder Design drehen Rotor in den Wind
Vertikale Achse
Weniger häufig
Schema einer Windturbine mit horizontaler Achse
Rotorblatt
Rotorfläche
Rotor-durchmesser
Maschinen-haus mit Getriebe und Generator
Naben-höhe
Turm
Unterirdische Stromanschlüsse (Vorderansicht)
Fundament (Seitenansicht)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

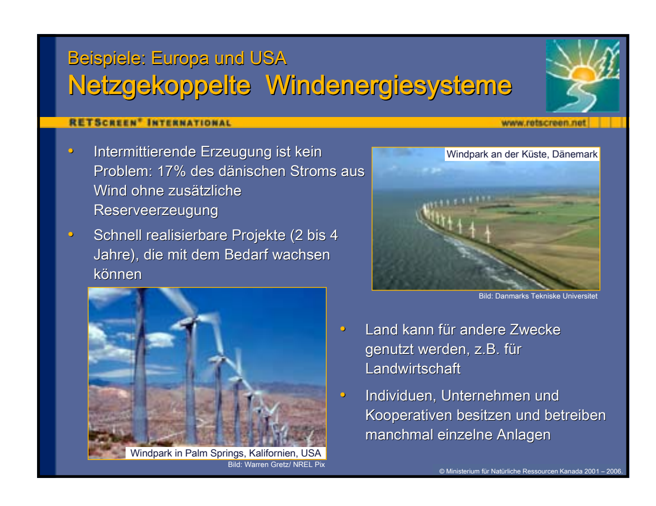

Verwendung von Windenergie
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Netzunabhängig
Kleine Turbinen (50 W bis 10 kW)
Batterielader
Wasserpumpen
Inselnetz
Turbinen typisch 10 bis 200 kW
Reduzierte Erzeugungskosten in entlegenen Gebieten: Wind-Diesel-Hybridsysteme
Hohe oder niedriger Windanteil an Spitzenlastabdeckung
Zentrales Netz
Turbinen typisch 200 kW bis 2 MW
Windparks mit mehreren Turbinen
Netzunabhängig, 10-kW Turbine, Mexico
Bild: Charles Newcomber/ NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Elemente von Windenergie-Projekten
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Bewertung des Windaufkommens
Umweltanalyse
Bewilligungsverfahren
Entwurf
Baumaßnahmen
Straßen
Übertragungsleitung
Trafostationen
Errichtung eines 40-m-Windmessmastes, Quebec, Kanada
Bild: GPCo Inc.
Trafostation, Kalifornien, USA
Bild: Warren Gretz/NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Windaufkommen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Hohe durchschnittliche Windgeschwindigkeiten sind Voraussetzung
4 m/s Jahresmittel ist Minimum
Allgemein wird Windaufkommen überschätzt
Windgeschwindigkeit nimmt mit Höhe zu
Hohes Windaufkommen
Küstenregionen
Kammlagen an langen Hängen
Bergpässe
Offenes Terrain
Täler, die den Wind kanalisieren
Es ist typisch windiger
im Winter als im Sommer
bei Tag als bei Nacht
Leistungskurve für 1 MW-Turbine
Leistung (kW)
1,200
1,000
800
600
400
200
0
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24
Windgeschwindigkeit (m/s)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

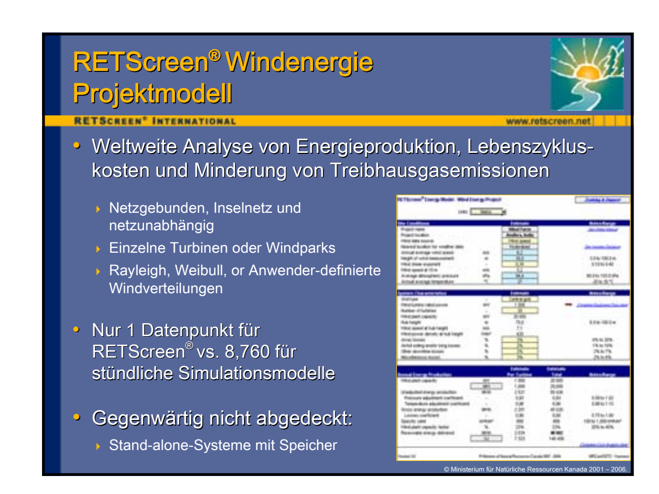

Windenergie-Systemkosten
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Windparks
1.500$/kW installiert
Betrieb/Wartung: 0,01$/kWh
Vergütung: 0,04$-0,10$/kWh
Einzelne Turbinen & Inselnetze
Höhere Kosten (stärker projektspezifisch)
Machbarkeitsstudie, Planung & Engineering haben höheren Kostenanteil
Einen größeren Komponentenaustausch berücksichtigen mit 20 bis 25% der Anfangskosten
Rotorblätter oder Getriebe
Machbarkeits-studie
Entwicklung
Engineering
Turbinen
Sonstige Anlagenkosten
0% 20% 40% 60% 80%
Anteile an den Installationskosten
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

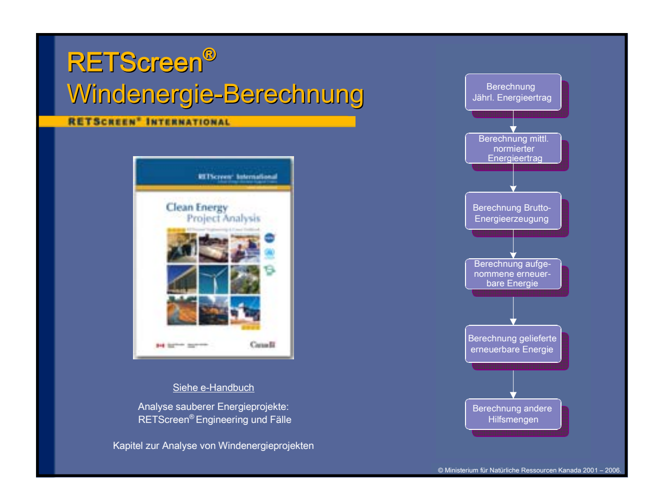

Windenergieprojekt Überlegungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Eine gutes Windangebot kann die Erzeugungskosten dramatisch reduzieren
Gute Erfassung des Windangebots ist eine wertvolle Investition
Zusätzliche Einnahmequellen
Produktionszuschüsse durch Regierungen oder Stromversorger oder Ökostromtarife
Verkauf von Emissionsminderungszertifikaten
Hindernisse und Kriterien
Umweltakzeptanz
Akzeptanz durch lokale Bevölkerung
Netzanschluss und Übertragungskapazität
Finanzierung, Zinsen, Wechselkurse
Turbine des Le Nordais Windparks, Quebec, Kanada
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

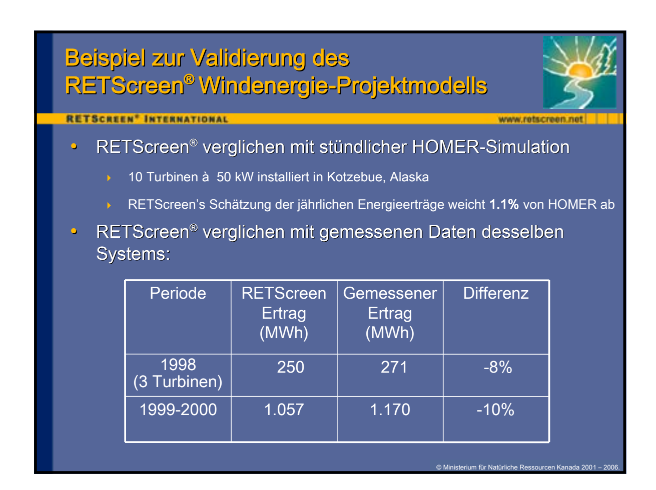

Beispiele: Europa und USA
Netzgekoppelte Windenergiesysteme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Intermittierende Erzeugung ist kein Problem: 17% des dänischen Stroms aus Wind ohne zusätzliche Reserveerzeugung
• Schnell realisierbare Projekte (2 bis 4 Jahre), die mit dem Bedarf wachsen können
Windpark an der Küste, Dänemark
Bild: Danmarks Tekniske Universitet
• Land kann für andere Zwecke genutzt werden, z.B. für Landwirtschaft
• Individuen, Unternehmen und Kooperativen besitzen und betreiben manchmal einzelne Anlagen
Windpark in Palm Springs, Kalifornien, USA
Bild: Warren Gretz/ NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele: Indien und Kanada
Windenergieanlagen in Inselnetzen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Teuere Stromerzeugung wegen Kosten für Transport von Dieseltreibstoff in entlegene Gegenden
› Windturbinen reduzieren den Verbrauch von Dieseltreibstoff
• Zuverlässigkeit und Wartung sind wichtig
Errichtung einer 50-kW Turbine, West Bengal, Indien
50-kW Turbine, Nunavut, Kanada
Bild: Paul Pynn/ Atlantic Orient Canada
Bild: Phil Owens/ Nunavut Power Corp.
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele: USA, Brasilien und Chile
Netzunabhängige Windenergiesysteme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Strom für kleine Lasten in Gebieten ohne Stromnetz
• Batterien in Stand-alone-Systemen liefern Strom während windstiller Perioden
• Wasserpumpen: Wasserreservoir dient als Speicher
• Kann in Verbindung mit fossil betriebenen Generatoren und/oder PV-Modulen in einem Hybridsystem eingesetzt werden
Strom für einen Telekommunikations-Turm, Arizona, USA
Strom für ein abgelegenes Dorf, Brasilien
Hybrid-Windenergiesystem, Chile
Bild: Southwest Windpower/ NREL Pix
Bild: Roger Taylor/ NREL Pix
Bild: Arturo Kunstmann/ NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.







Periode	RETScreen Ertrag (MWh)	Gemessener Ertrag (MWh)	Differenz
1998 (3 Turbinen)	250	271	-8%
1999-2000	1.057	1.170	-10%

Schlussfolgerungen



RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Windturbinen liefern weltweit Strom netzgekoppelt und im Inselbetrieb
- Ein gutes Windangebot ist ein wichtiger Faktor für erfolgreiche Projekte
- Verfügbarkeit von Erzeugungsprämien oder Ökostrom-tarifen sind wichtig für netzgekoppelte Projekte
- RETScreen® berechnet die Energieproduktion unter Verwendung von Jahresdaten mit einer Genauigkeit, die der von stündlichen Simulationen entspricht
- RETScreen® kann Kosten für Vorstudien zur Machbarkeit deutlich senken

Fragen?

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

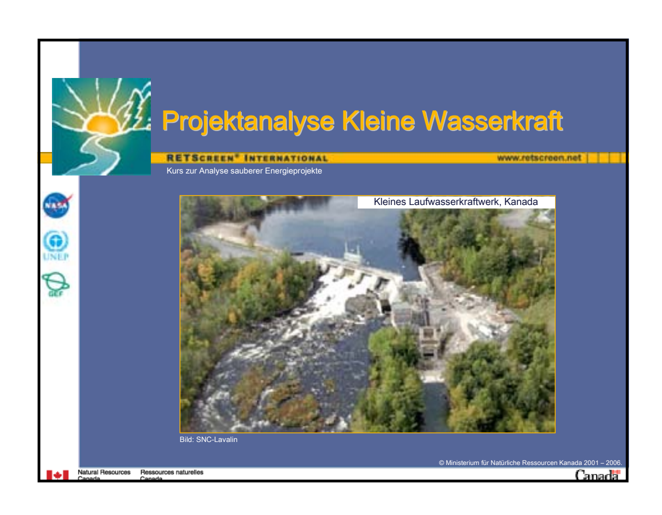
Analysemodul für Windenergieprojekte
RETScreen® Internationaler Kurs für die Bewertung umweltfreundlicher Energieprojekte

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die RETScreen-Internetseite
www.retscreen.net

© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

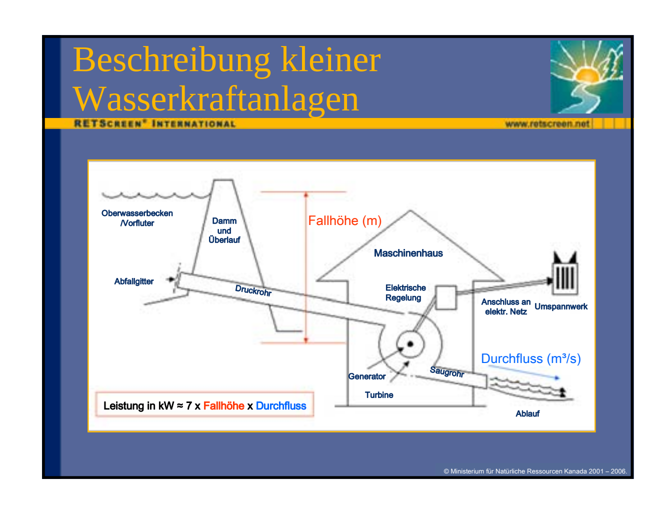


PROJEKTANALYSEMODUL FÜR KLEINE WASSERKRAFT


Projektanalyse Kleine Wasserkraft
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Kleines Laufwasserkraftwerk, Kanada
Bild: SNC-Lavalin
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.
Natural Resources Canada
Ressources naturelles Canada
Canada


Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Überblick über Grundlagen der Wasserkraftanlagen
Darstellung zentraler Überlegungen für die Analyse kleiner Wasser-kraftprojekte
Einführung in das RETScreen® Modell für kleine Wasserkraftprojekte
RETScreen® International
Canada
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Was können kleine Wasserkraftanlagen leisten?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Elektrizität für
Zentrale Netze
Inselnetze
Entlegene Stromversorgungen
…aber auch…
Zuverlässigkeit
Sehr niedrige Betriebskosten
Verminderter Einfluss von Energiepreisschwankungen
Bild: Robin Hughes/ PNS
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.





	Typische Leistung	RETScreen® Durchfluss	RETScreen® Einlaufkanal Durchmesser
Mikro	< 100 kW	< 0,4 m³/s	< 0,3 m
Mini	100 to 1.000 kW	0,4 bis 12,8 m³/s	0,3 bis 0,8 m
Klein	1 to 50 MW	> 12,8 m³/s	> 0,8 m




Komponenten: Bauwerk
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Typischerweise 60% der Anlagenkosten
Umleitungsdamm oder Stauwehr
Niedriger Damm einfacher Konstruktion für Laufwasser
Beton, Holz, Mauerwerk
Kosten des Damms alleine können Projekt unwirtschaftlich machen
Wasserdurchlauf
Einlauf mit Abfallgitter und Tor; Ablauf am Ausgang
Angelegter Kanal, unterirdischer Tunnel und/oder Rohrleitung
Absperrventile/Tore an Turbineneingang/ausgang zur Wartung
Turbinenhaus
Enthält Turbine sowie mechanische und elektrische Ausrüstung
Bild: Ottawa Engineering
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Komponenten: Turbine
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Verkleinerte Version einer Turbine für große Wasserkraft
Wirkungsgrad von 90% möglich
Bei Laufwasser ist Durchflussrate recht variabel
Turbine sollte über einen weiten Bereich von Durchflussraten funktionieren oder mehrere Turbinen sollten verwendet werden
Reaktion: Francis, starrer Propeller, Kaplan
Für niedrige bis mittlere Fallhöhen
Unterwasserturbinen, die Wasserdruck und kinetische Energie verwenden
Impuls: Pelton, Turgo, Querstrom
Für Einsätze mit großer Fallhöhe
Verwenden kinetische Energie eines Wasserstrahls mit hoher Geschwindigkeit
Pelton-Turbine
Bild: PO Sjöman Hydrotech Consulting
Francis-Turbine
Bild: PO Sjöman Hydrotech Consulting
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Komponenten:
Elektrische und sonstige Ausrüstung
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Generator
Induktion
Muss mit anderen Generatoren gekoppelt werden
Einsatz bei Stromlieferung in großes Netz
Synchron
Kann unabhängig von anderen Generatoren betrieben werden
Für Anwendungen im Stand-alone- und Inselnetzbetrieb
Sonstige Ausrüstung
Drehzahlbeschleuniger, um Turbine an den Generator anzupassen
Absperrventile, elektronische Regelung, Schutzeinrichtungen
Transformator
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

Wasserressourcen weltweit

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Mehr Regen fällt auf die Kontinente als verdampft
- Zum Ausgleich muss Wasser in Flüssen zu den Meeren abfließen

	Technisches Potenzial (TWh/Jahr)	% entwickelt
Afrika	1.150	3
Südasien und Naher Osten	2.280	8
China	1.920	6
Frühere Sowjetunion	3.830	6
Nordamerika	970	55
Südamerika	3.190	11
Mittelamerika	350	9
Europa	1.070	45
Australasien	200	19

Quelle: *Renewable Energy: Sources for Fuels and Electricity*, 1993, Island Press.

Wasseraufkommen am Standort

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Sehr standortspezifisch: ein ausbeutbarer Fluss ist erforderlich!
  - Höhenwechsel über eine relativ kurze Entfernung (Fallhöhe)
  - Akzeptable Schwankung der Durchflussmenge über Zeit: Durchflussdauerkurve
    - Restwasser verringert Durchfluss zur Stromerzeugung
- Abschätzung der Durchflussdauerkurve auf der Basis von
  - Durchflussmessungen über Zeit
  - Umfang des Abflusses oberhalb des Standortes, spezifischer Abfluss und Form der Durchfluss-dauerkurve

Durchflussdauerkurve
Durchfluss (m³/s)
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
% Zeit Durchfluss ist gleich oder überschritten

Kosten kleiner Wasserkraftanlagen

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- 75% der Kosten sind standortabhängig
- Hohe Anfangskosten
  - Aber Bauwerke und Ausrüstung können > 50 Jahre halten
- Sehr niedrige Betriebs- und Wartungskosten
  - Eine Teilzeit-Betriebskraft ist normalerweise ausreichend
  - Periodische Wartung der Hauptausrüstung erfordert externen Dienstleister
- Entwicklungen mit hoher Fallhöhe sind in der Regel kostengünstiger
- Typischer Bereich: 1.200$ bis 6.000$ pro installiertem kW

Bild: Ottawa Engineering

Kleinwasserkraft-Projekte Überlegungen



RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Kosten durch einfachen Entwurf und praktische, einfach zu konstruierende Bauwerke niedrig halten
- Bestehende Dämme und Bauwerke können genutzt werden
- Entwicklungszeit von 2 bis 5 Jahren
  - Ressourcen- und Umweltstudien: Genehmigungen
- Vier Phasen der Ingenieurarbeit:
  - Erkundungsgutachten / Hydraulikstudien
  - Vorstudien zur Machbarkeit
  - Machbarkeitsstudie
  - Systemplanung und Projektengineering

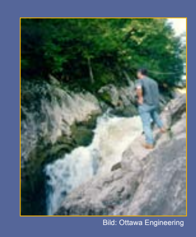


Bild: Ottawa Engineering

Kleinwasserkraft Umweltaspekte



RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Entwicklung der Kleinwasserkraft kann beeinflussen
  - Lebensräume der Fische
  - Ästhetik des Standortes
  - Nutzung zu Erholungszwecken oder Wassertransport
- Auswirkungen und Umweltbewertungen hängen vom Standort und Projekttyp ab:
  - Laufwasser an bestehendem Damm: relativ geringer Eingriff
  - Laufwasser an unentwickeltem Standort: Damm/Wehr/Umleitungskanal
  - Anlage von Wasserspeichern: Eingriffe nehmen mit der Projektgröße zu

Beispiele: Slowakei, Kanada und USA
Netzgekoppelte Kleine Wasserkraft

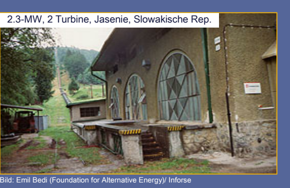


RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Laufwasserprojekte speisen bei ausreichendem Durchfluss ins Netz ein
- In Eigentum von Stromversorgern oder unabhängigen Stromproduzenten mit langfristigen Abnahmeverträgen

Klein-Wasserkraftentwicklung, Südosten, USA

Bild: CHI Energy



2.3-MW, 2 Turbine, Jasenie, Slowakische Rep.

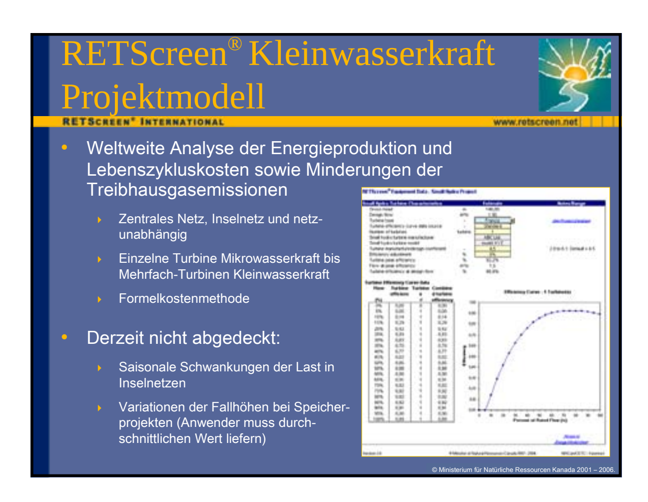
Bild: Emil Bedi (Foundation for Alternative Energy)/ Inforse



Kleinwasserkraft-Entwicklung, Neufundland, Kanada

Bild: CHI Energy


Beispiele: USA und China
Kleinwasserkraft in Inselnetzen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Abgelegene Kommunen
Abgelegene Wohnsiedlungen und Industrie
Kleinwasserkraft-Generator, China
Bild: International Network on Small Hydro Power
Hoher Preis bezahlt für Strom
Laufwasserprojekte brauchen üblicherweise ergänzende Kapazität und können Durchfluss über dem Bedarf aufweisen
King Cove 800 kW-Kleinwasserkraftanlage, Ort mit 700 Menschen
Bild: Duane Hippe/ NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


RETScreen® Kleinwasserkraft Projektmodell
RETScreen® International
www.retscreen.net
Weltweite Analyse der Energieproduktion und Lebenszykluskosten sowie Minderungen der Treibhausgasemissionen
Zentrales Netz, Inselnetz und netz-unabhängig
Einzelne Turbine Mikrowasserkraft bis Mehrfach-Turbinen Kleinwasserkraft
Formelkostenmethode
Derzeit nicht abgedeckt:
Saisonale Schwankungen der Last in Inselnetzen
Variationen der Fallhöhen bei Speicher-projekten (Anwender muss durch-schnittlichen Wert liefern)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


RETScreen® Kleine Wasser-kraft Ertragsberechnung
RETScreen® International
Siehe e-Handbuch
Analyse sauberer Energieprojekte: RETScreen® Engineering und Fälle
Kapitel Projektanalyse Kleine Wasserkraft
Durchflussdauer kurve
Lastdauer-kurve
Berechnung Wirkungsgrad-kurve für Turbine
Berechnung Anlagen-leistung
Berechnung Leistungsdauer-kurve
Berechnung Regenerativ-energieangebot
Berechnung Regenerativ-energielieferung (zentrales Netz)
Berechnung Regenerativ-energielieferung (Inselnetz und netzfern)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

Beispiel zur Validierung von RETScreen® Kleinwasserkraft-Projektmodell

RETScreen® International — www.retscreen.net

- Turbineneffizienz
  - Verglichen mit Herstellerdaten für eine installierte 7 MW GEC Alsthom Francis-Turbine
- Anlagenleistung & -erzeugung
  - Verglichen mit HydrA für einen schottischen Standort
  - Alle Ergebnisse innerhalb 6.5%
- Formelkostenmethode
  - Verglichen mit RETScreen®, innerhalb 11% einer detaillierten Kosten-schätzung für ein 6 MW-Projekt in Neufundland

Chart: Wirkungsgrad (%) (0%–100%) vs. % vom Nenndurchfluss (0%–100%); curves: RETScreen, Hersteller. Wirkungsgradkurven f. Turbine: RETScreen vs. Hersteller

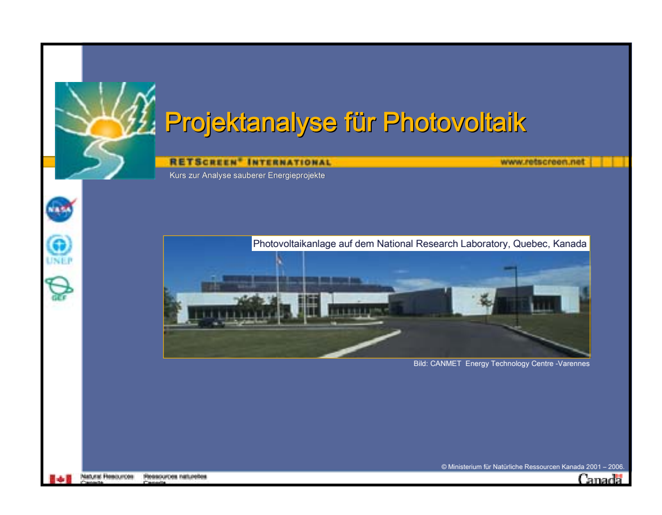
Schlussfolgerungen

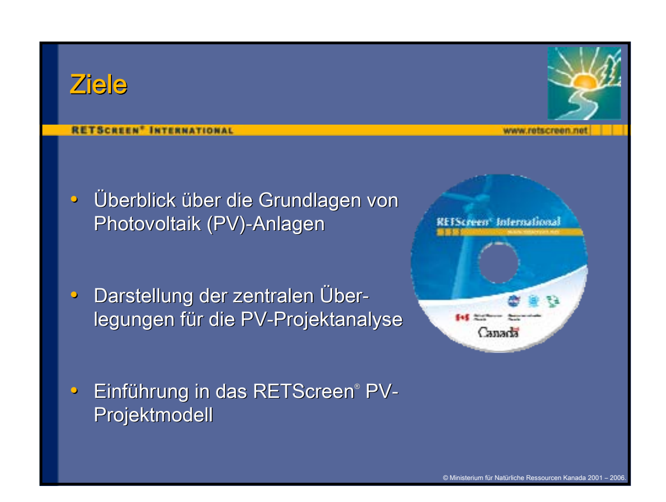
RETScreen® International — www.retscreen.net

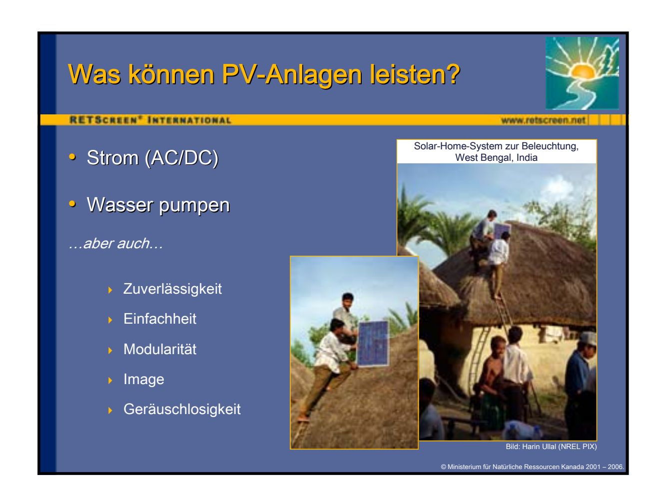
- Kleine Wasserkraftprojekte (bis zu 50 MW) können Strom für zentrale oder Inselnetze sowie für Energielieferungen in abgelegenen Regionen bereitstellen
- Laufwasserprojekte:
  - Niedrigere Kosten & und geringere Umwelteinwirkungen
  - Brauchen jedoch Reserveerzeugung in Inselnetzen
- Hohe Anfangskosten und zu 75% standortspezifisch
- RETScreen® schätzt Leistung, gesicherte Leistung, Stromproduktion und Kosten basierend auf Standortcharakteristiken wie Durchflussdauerkurve und Fallhöhe
- RETScreen® kann Kosten für Vorstudien zur Machbarkeit deutlich senken

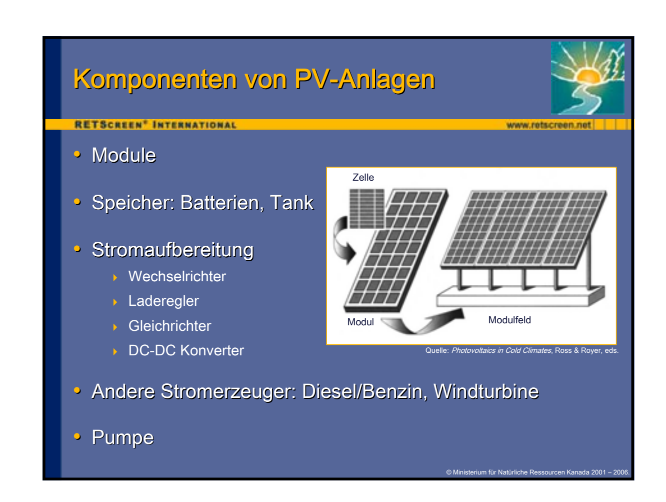


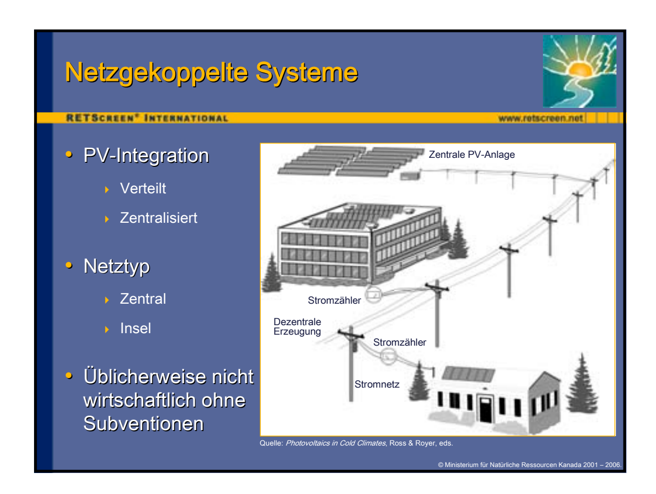

PROJEKTANALYSEMODUL FÜR PHOTOVOLTAIK

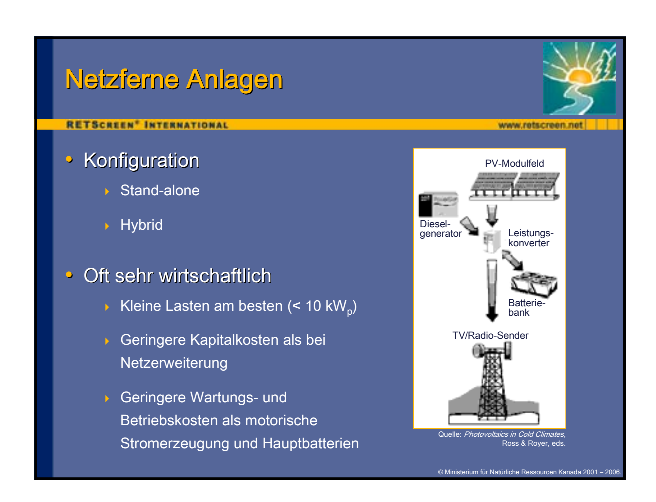

Projektanalyse für Photovoltaik
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Photovoltaikanlage auf dem National Research Laboratory, Quebec, Kanada
Bild: CANMET Energy Technology Centre -Varennes
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Überblick über die Grundlagen von Photovoltaik (PV)-Anlagen
Darstellung der zentralen Überlegungen für die PV-Projektanalyse
Einführung in das RETScreen® PV-Projektmodell
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Was können PV-Anlagen leisten?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Strom (AC/DC)
Wasser pumpen
…aber auch…
Zuverlässigkeit
Einfachheit
Modularität
Image
Geräuschlosigkeit
Solar-Home-System zur Beleuchtung, West Bengal, India
Bild: Harin Ullal (NREL PIX)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

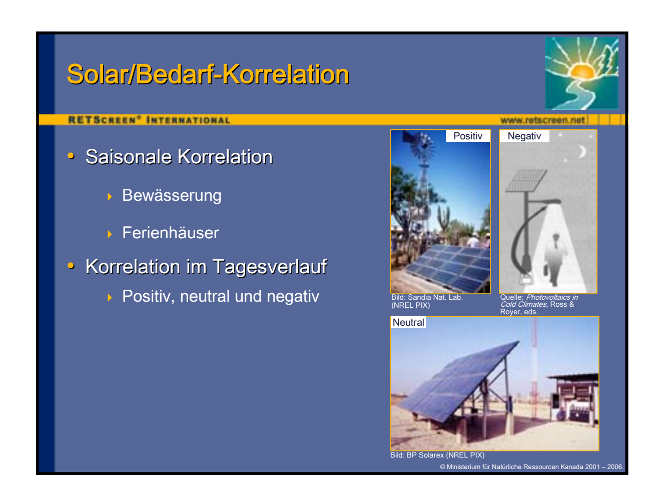

Komponenten von PV-Anlagen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Module
Speicher: Batterien, Tank
Stromaufbereitung
Wechselrichter
Laderegler
Gleichrichter
DC-DC Konverter
Zelle
Modul
Modulfeld
Quelle: Photovoltaics in Cold Climates, Ross & Royer, eds.
Andere Stromerzeuger: Diesel/Benzin, Windturbine
Pumpe
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

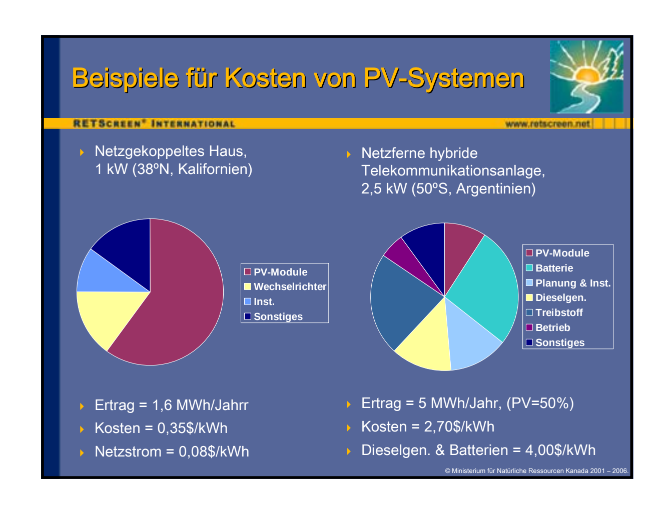

Netzgekoppelte Systeme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
PV-Integration
Verteilt
Zentralisiert
Netztyp
Zentral
Insel
Üblicherweise nicht wirtschaftlich ohne Subventionen
Zentrale PV-Anlage
Stromzähler
Dezentrale Erzeugung
Stromzähler
Stromnetz
Quelle: Photovoltaics in Cold Climates, Ross & Royer, eds.
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

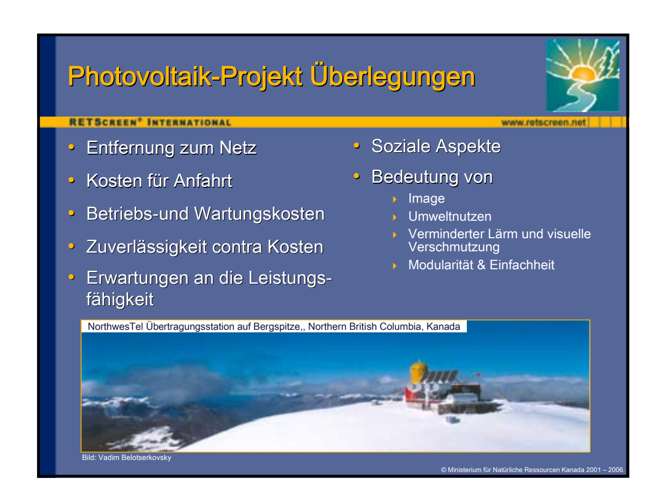

Netzferne Anlagen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Konfiguration
Stand-alone
Hybrid
Oft sehr wirtschaftlich
Kleine Lasten am besten (< 10 kWp)
Geringere Kapitalkosten als bei Netzerweiterung
Geringere Wartungs- und Betriebskosten als motorische Stromerzeugung und Hauptbatterien
PV-Modulfeld
Diesel-generator
Leistungs-konverter
Batterie-bank
TV/Radio-Sender
Quelle: Photovoltaics in Cold Climates, Ross & Royer, eds.
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Anlagen zum Wasserpumpen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Spezielle Art von netzfernen Anlagen
Häufig kosteneffizient
Viehtränke
Dörfliche Wasserversorgung
Häusliche Wasserversorgung
PV-Modulfeld
Leistungs-konverter
Pumpe
Quelle: Photovoltaics in Cold Climates, Ross & Royer, eds.
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

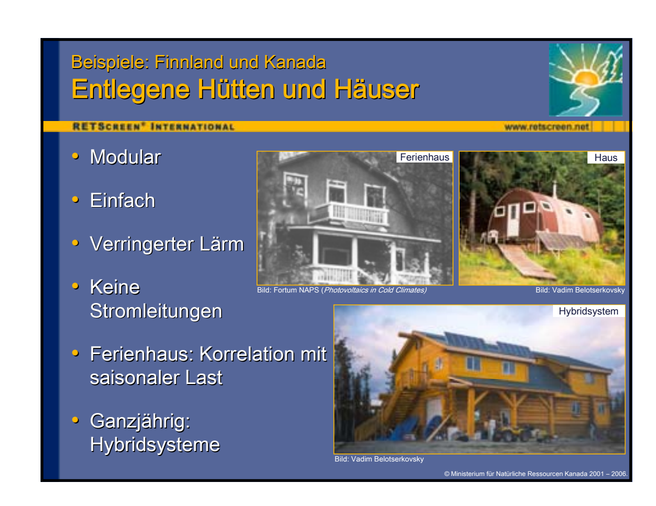

Solare Verfügbarkeit
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
1 W$_p$ PV= 800 bis 2.000 Wh pro Jahr
Geographische Breite
Bewölkung
Solare Einstrahlung im Winter kritisch für netzferne Anlagen
Größerer Neigungswinkel (Breite +15º)
Hybridsysteme
Jährliche solare Einstrahlung kritisch für netzgekoppelte Anlagen
Nachführsystem bei hohem Anteil von direkter Strahlung
Bild: Environment Canada
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Solar/Bedarf-Korrelation
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Saisonale Korrelation
Bewässerung
Ferienhäuser
Korrelation im Tagesverlauf
Positiv, neutral und negativ
Positiv
Negativ
Neutral
Bild: Sandia Nat. Lab. (NREL PIX)
Quelle: Photovoltaics in Cold Climates, Ross & Royer, eds.
Bild: BP Solarex (NREL PIX)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele für Kosten von PV-Systemen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Netzgekoppeltes Haus, 1 kW (38ºN, Kalifornien)
Netzferne hybride Telekommunikationsanlage, 2,5 kW (50ºS, Argentinien)
PV-Module
Wechselrichter
Inst.
Sonstiges
PV-Module
Batterie
Planung & Inst.
Dieselgen.
Treibstoff
Betrieb
Sonstiges
Ertrag = 1,6 MWh/Jahrr
Kosten = 0,35$/kWh
Netzstrom = 0,08$/kWh
Ertrag = 5 MWh/Jahr, (PV=50%)
Kosten = 2,70$/kWh
Dieselgen. & Batterien = 4,00$/kWh
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Photovoltaik-Projekt Überlegungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Entfernung zum Netz
Kosten für Anfahrt
Betriebs-und Wartungskosten
Zuverlässigkeit contra Kosten
Erwartungen an die Leistungs-fähigkeit
Soziale Aspekte
Bedeutung von
Image
Umweltnutzen
Verminderter Lärm und visuelle Verschmutzung
Modularität & Einfachheit
NorthwesTel Übertragungsstation auf Bergspitze,, Northern British Columbia, Kanada
Bild: Vadim Belotserkovsky
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele: Tibet, Botsuana, Swasiland und Kenia
Solare Beleuchtung und Solar-Home-Systeme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Kosten einer Netzerweiterung prohibitiv
Kleine Lasten
Wartung lokal
Einfach
Zuverlässig
Batik für Unterrichtszwecke
Bild: Frank Van Der Vleuten (Renewable Energy World)
Solar-Home-System
Bild: Simon Tsuo (NREL PIX)
Wohnhaus für Klinikpersonal
Bild: Vadim Belotserkovsky
Solar-Home-System
Bild: Energy Research Center of the Netherlands
Bild: Energy Research Center of the Netherlands
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele: Finnland und Kanada
Entlegene Hütten und Häuser
RETScreen® International
www.retscreen.net
Modular
Einfach
Verringerter Lärm
Keine Stromleitungen
Ferienhaus: Korrelation mit saisonaler Last
Ganzjährig: Hybridsysteme
Ferienhaus
Haus
Hybridsystem
Bild: Fortum NAPS (Photovoltaics in Cold Climates)
Bild: Vadim Belotserkovsky
Bild: Vadim Belotserkovsky
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiel: Marokko und Brasilien
Hybride Dorf-Stromversorgung
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kosten einer Netzerweiterung prohibitiv
Kosten für Dieseltreibstoff und Wartung der Erzeugungseinheit hoch
Menschliche Aspekte
Erwartungen
Betreuungsaufwand
Soziale Auswirkungen
Ländliche Schule
Dorf
Bild: BP Solarex (NREL PIX)
Bild: Roger Taylor (NREL PIX)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

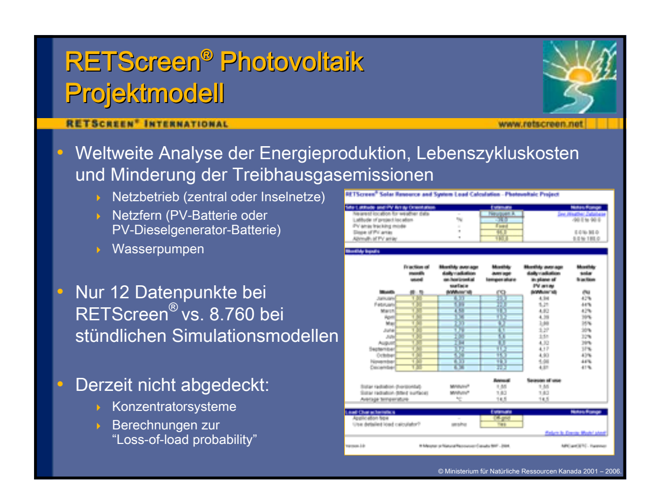

Beispiele: Antarktis und Kanada
Industrielle Anlagen: Telekommunikation & Datenerfassung
RETScreen® International
www.retscreen.net
Sehr abgelegene Standorte…
Kosten von Betrieb & Wartung
Dieselgenerator und PV komplementär
…und sogar netznahe Standorte…
Umrichterkosten
Umsetzung möglich
Zuverlässiger als Netz
Erdbebenmonitoring
Bild: Northern Power Systems (NREL PIX)
Gasbohrloch - Datenerfassung
Bild: Soltek Solar Energy
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.



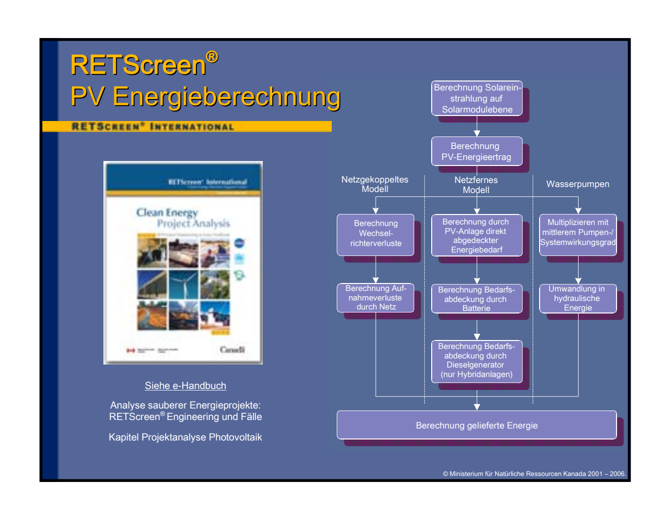
Beispiele: Schweiz und Japan
Gebäude mit netzgekoppelten PV-Anlagen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Üblicherweise nicht wirtschaftlich ohne Subventionen
Gerechtfertigt durch:
Image
Vorteile für die Umwelt
Marktimpuls
Langzeitengagement von Herstellern, Regierungen und EVUs hat Kosten reduziert
Solardachanlage
Bild: Atlantis Solar Systeme AG
PV-Fassadenintegration
Bild: Solar Design Associates (IEA PVPS)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

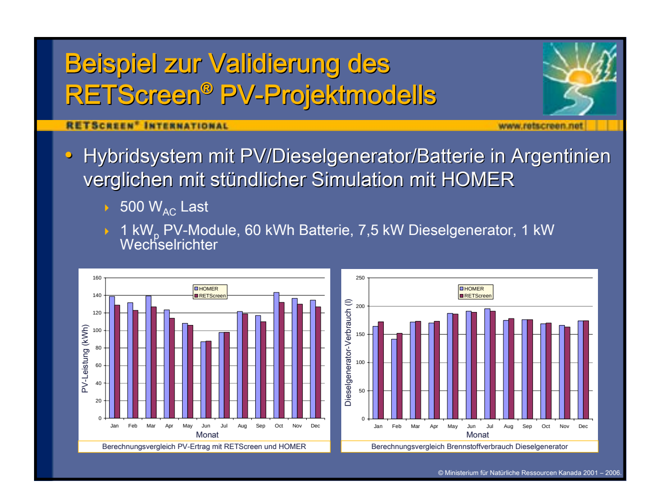


Beispiele: Indien und USA
PV-Anlagen zum Wasserpumpen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Wirtschaftlich bei Netzferne
Lastkorrelation
Speicher im Wassertank
Saisonale Lastkorrelation
Verbesserte Wasserqualität
Bequem
Zuverlässig
Einfach
Häusliche Wasserversorgung
Viehtränke
Bild: Jerry Anderson, Northwest Rural Public Power District (NREL PIX)
Bild: Harin Ullal, Central Electronics Ltd. (NREL PIX)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.



RETScreen® Photovoltaik Projektmodell
RETScreen® International
www.retscreen.net
Weltweite Analyse der Energieproduktion, Lebenszykluskosten und Minderung der Treibhausgasemissionen
Netzbetrieb (zentral oder Inselnetze)
Netzfern (PV-Batterie oder PV-Dieselgenerator-Batterie)
Wasserpumpen
Nur 12 Datenpunkte bei RETScreen® vs. 8.760 bei stündlichen Simulationsmodellen
Derzeit nicht abgedeckt:
Konzentratorsysteme
Berechnungen zur "Loss-of-load probability"
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

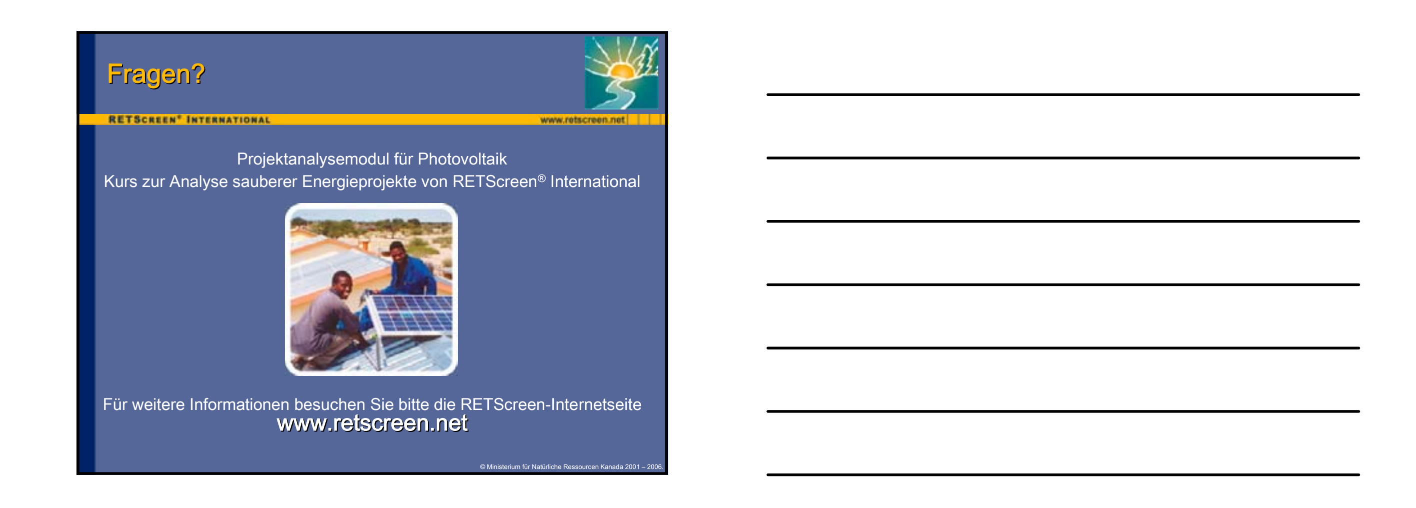




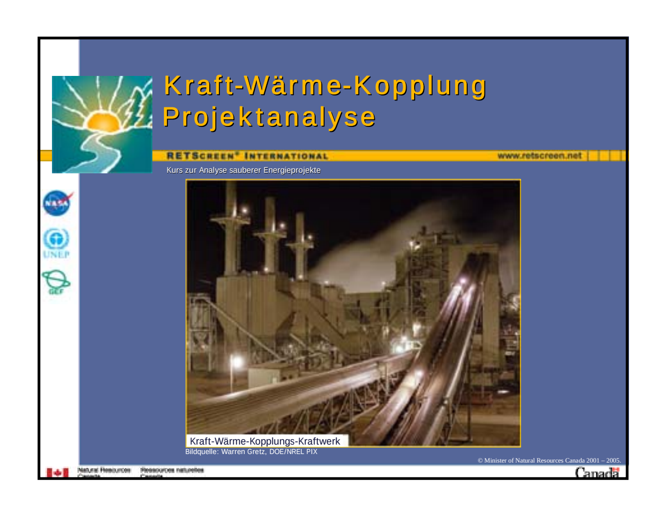
Schlussfolgerungen

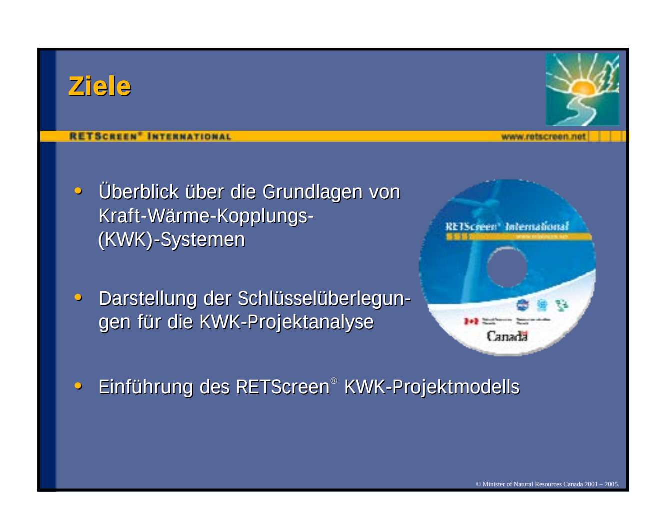
RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- PV für netzgekoppelte und netzferne Stromversorgung und Wasserpumpen
- Das solare Angebot ist überall auf der Erde gut
  - PV-Systeme gibt es in allen Klimazonen
- Kapitalkosten hoch
  - Netzferne Systeme wirtschaftlich
  - Subventionen erforderlich für netzgekoppelte Systeme
- RETScreen® ist eine Jahresanlayse mit monatlicher Angebotsberechnung, die im Genauigkeitsbereich stündlicher Simulationsmodelle liegt
- RETScreen® kann erheblich zur Kostensenkung bei Vorstudien zur Machbarkeit beitragen


Fragen?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Projektanalysemodul für Photovoltaik
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte von RETScreen® International
Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die RETScreen-Internetseite
www.retscreen.net
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

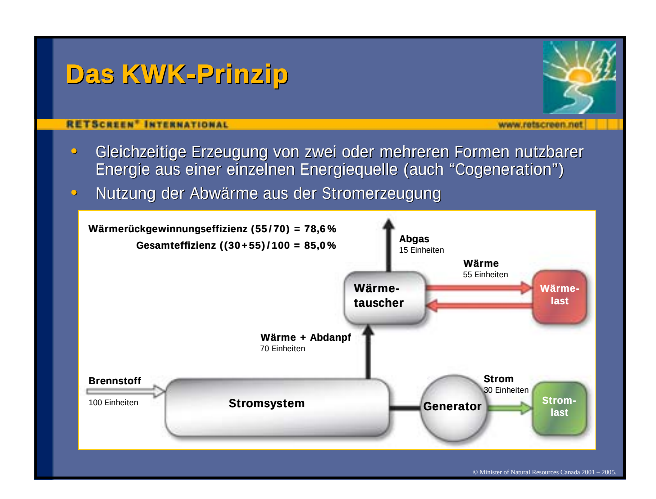

PROJEKTANALYSEMODUL FÜR KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG


Kraft-Wärme-Kopplung
Projektanalyse
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerk
Bildquelle: Warren Gretz, DOE/NREL PIX
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.
Canada

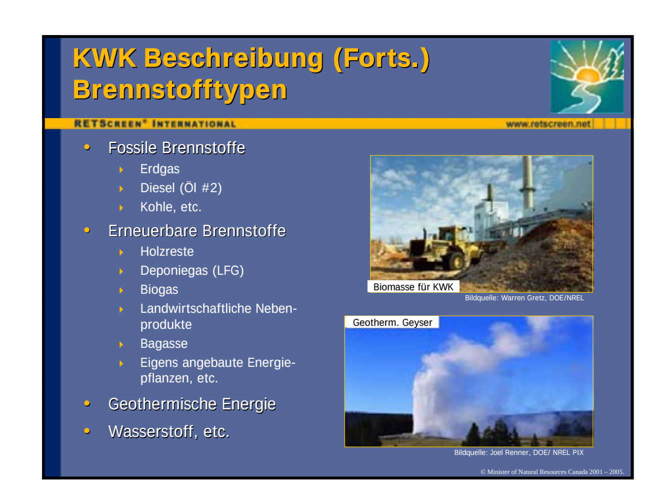

Ziele
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Überblick über die Grundlagen von Kraft-Wärme-Kopplungs-(KWK)-Systemen
• Darstellung der Schlüsselüberlegungen für die KWK-Projektanalyse
• Einführung des RETScreen® KWK-Projektmodells
RETScreen® International
Canada
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Was leisten Kraft-Wärme-Kopplungs(KWK)-Systeme?
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Elektrizität
• Wärme
Gebäude
Gemeinden
Industrieprozesse
...aber auch...
• erhöhte Energieeffizienz
• weniger Abfall & Emissionen
• geringere Transport- & Verteilungsverluste
• eine Möglichkeit dezentrale Energiesysteme zu nutzen
• Kühlung
Biomassebetriebene Energieerzeugungsanlage, USA
Bildquelle: Andrew Carlin, Tracy Operators/NREL PIX
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Gründe für ein KWK-System
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Konventionelles Kraftwerk ist ineffizient
Die Hälfte bis zwei Drittel der Energie geht als Wärme verloren
Diese ansonsten ungenutzte Wärme kann für Industrieprozesse, Raum- und Wasserheizung, Kühlung, etc. genutzt werden
• Strom ist typischerweise wertvoller als Wärme
Verschwendete Energie bei Zentralsystem
Erneuerbare Biomasse aus Erdwärme 1.024
Kohle 17.075
Öl 3.215
Gas 8.384
Atomkraft 7.777
Wasserkraft 2.705
Gesamter Primärenergieeinsatz zur Stromerzeugung 40.180
Umandlungsverluste aus Wärmeerzeugung 24.726
Eigenverbrauch Kraftwerk 963
Übertragungs- und Verteilungsverluste 1.338
Bruttostromerzeugung 15.454
Nettostromerzeugung 14.491
Stromlieferung an Kunden 13.153
Industrie 5.683
Nicht Industrie 7.470
Nach World Alliance for Decentralized Energy
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

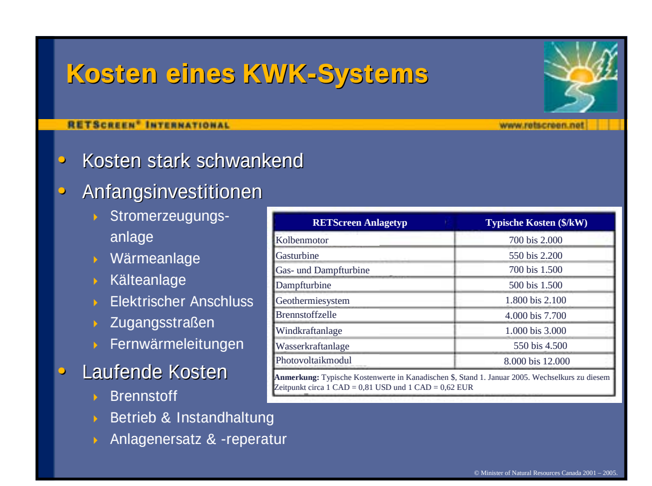

Das KWK-Prinzip
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Gleichzeitige Erzeugung von zwei oder mehreren Formen nutzbarer Energie aus einer einzelnen Energiequelle (auch "Cogeneration")
• Nutzung der Abwärme aus der Stromerzeugung
Wärmerückgewinnungseffizienz (55/70) = 78,6%
Gesamteffizienz ((30+55)/100 = 85,0%
Abgas
15 Einheiten
Wärme
55 Einheiten
Wärmetauscher
Wärmelast
Wärme + Abdanpf
70 Einheiten
Brennstoff
100 Einheiten
Stromsystem
Generator
Strom
30 Einheiten
Stromlast
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


KWK Beschreibung
Anlagen & Technologien
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Kälteanlagen
Kompressoren
Absorptionskühler
Wärmepumpe, etc.
• Heizungsanlagen
Boiler / Heißluftheizung / Heizapparat
Wärmerückgewinnung Abluft
Wärmepumpe, etc.
• Stromerzeugungsanlage
Gasturbine
Gas- und Dampfturbine
Dampfturbine
Kolbenmotor
Brennstoffzelle, etc.
Gasturbine
Photo Credit: Rolls-Royce plc
Kälteanlage
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


KWK Beschreibung (Forts.)
Brennstofftypen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Fossile Brennstoffe
Erdgas
Diesel (Öl #2)
Kohle, etc.
Erneuerbare Brennstoffe
Holzreste
Deponiegas (LFG)
Biogas
Landwirtschaftliche Neben-produkte
Bagasse
Eigens angebaute Energie-pflanzen, etc.
Geothermische Energie
Wasserstoff, etc.
Biomasse für KWK
Bildquelle: Warren Gretz, DOE/NREL
Geotherm. Geyser
Bildquelle: Joel Renner, DOE/ NREL PIX
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


KWK Beschreibung (Forts.)
Anwendungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Einzelne Gebäude
Gewerblich und industriell
Mehrere Gebäude
Kommunale Energie-systeme (z.B. Gemeinden)
Industrieprozesse
KWK-Rathaus Kitchener
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
KWK (Deponiegas) für ein Fernwärmesystem, Schweden
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
Mikroturbine in einem Gewächshaus
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


Kommunale Energiesysteme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Wärme aus einer KWK-Anlage kann an mehrere nahegelegene Gebäude zur Heizung und Kühlung verteilt werden
Isolierte Stahlröhren sind 0,6 bis 0,8 m unter der Erde verlegt
Vorteile im Vgl. zu einer eigenständigen Anlage für jedes Gebäude:
Höhere Effizienz
Emissionskontrolle an einzelnen Anlagen
Sicherheit
Komfort
Vereinfachung des Betriebs
Anfangsinvestitionen typischerweise höher
Komm. Energierzeugungsanl.
Fernwärme-Warmwasserleitung
Bildquelle: SweHeat
Bildquelle: SweHeat
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.



RETScreen Anlagetyp	Typische Kosten ($/kW)
Kolbenmotor	700 bis 2.000
Gasturbine	550 bis 2.200
Gas- und Dampfturbine	700 bis 1.500
Dampfturbine	500 bis 1.500
Geothermiesystem	1.800 bis 2.100
Brennstoffzelle	4.000 bis 7.700
Windkraftanlage	1.000 bis 3.000
Wasserkraftanlage	550 bis 4.500
Photovoltaikmodul	8.000 bis 12.000

Anmerkung: Typische Kostenwerte in Kanadischen $, Stand 1. Januar 2005. Wechselkurs zu diesem Zeitpunkt circa 1 CAD = 0,81 USD und 1 CAD = 0,62 EUR

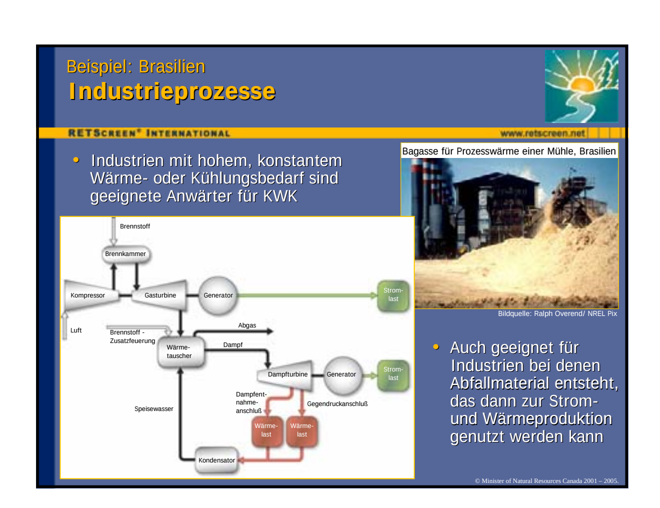
KWK-Projekt: Überlegungen

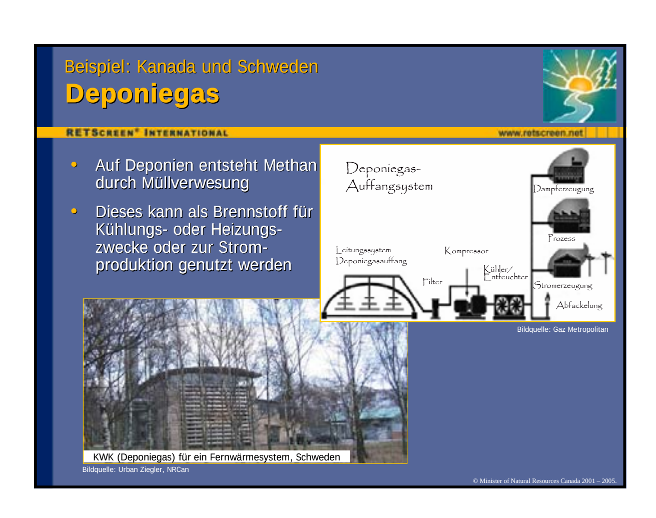
RETScreen® International www.retscreen.net

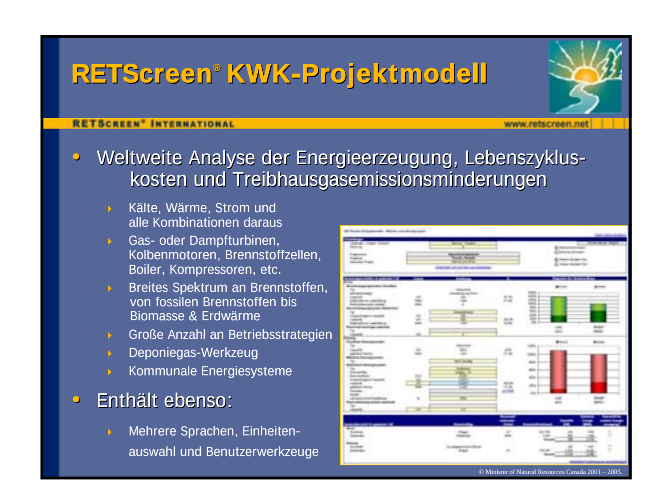
- Verlässliche, langfristige Versorgung mit Brennstoff
- Kapitalkosten müssen kontrollierbar bleiben
- Strom- und Wärmenachfrage des „Kunden“
  - Falls Elektrizität vor Ort nicht vollständig verbraucht wird, muss über Einspeisevergütung ins Netz verhandelt werden
- Typischerweise ist die Anlage für Heizgrundlast konzipiert (d.h. minimale Heizlast unter normalen Betriebsbedingungen)
  - Wärmeoutput entspricht typischerweise 100% bis 200% des Stromoutputs
  - Wärme kann durch Absorptionskühler zur Kühlung genutzt werden
- Risiko verbunden mit Unsicherheit über zukünftige Strom- / Erdgas- Preisspanne

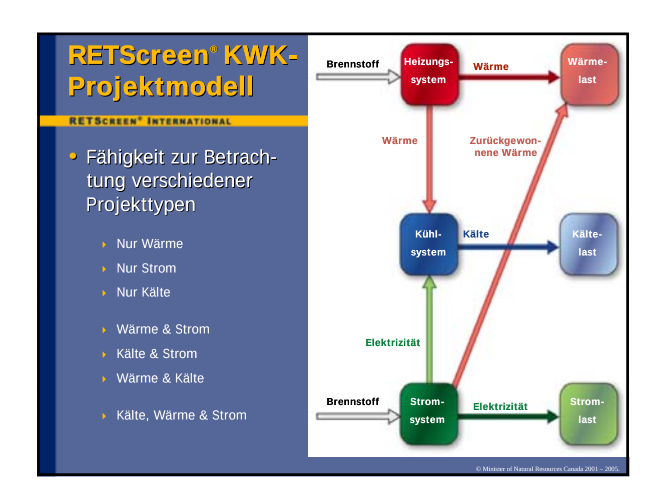


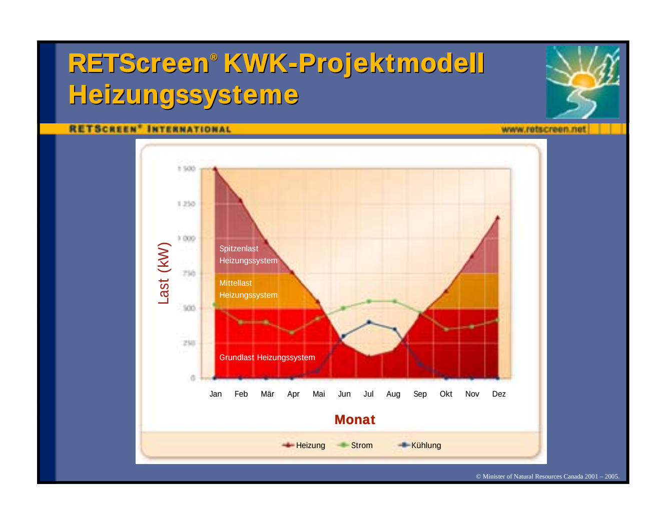

Example: Schweden und USA
Mehrere Gebäude
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Gebäudegruppen, die durch eine zentrale Heizungs-/Kühlungs-Anlage versorgt werden
Universitäten, Bürokomplexe, Gemeinden, Krankenhäuser, Industriekomplexe, etc.
Kommunales Energiesystem
25 MW Gas Turbine GT10
Kommunales Kraftwerk
Turbine in Gebrauch bei MIT, Cambridge, Mass. USA
ABB
Bildquelle: SweHeat
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

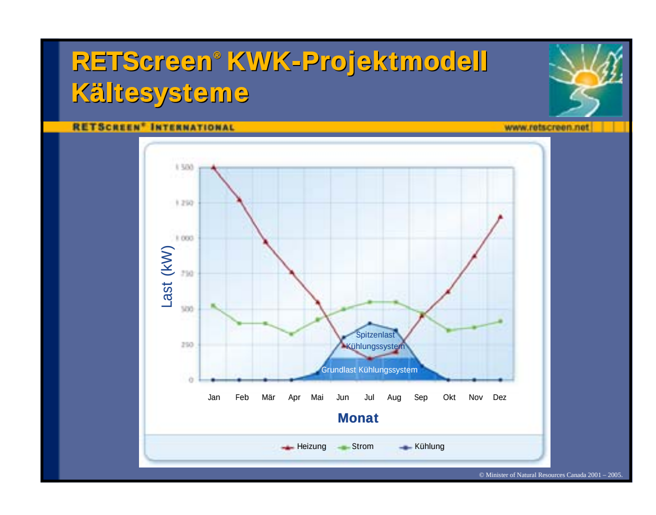

Beispiel: Brasilien
Industrieprozesse
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Industrien mit hohem, konstantem Wärme- oder Kühlungsbedarf sind geeignete Anwärter für KWK
Bagasse für Prozesswärme einer Mühle, Brasilien
Bildquelle: Ralph Overend/ NREL Pix
Brennstoff
Brennkammer
Kompressor
Gasturbine
Generator
Strom-last
Luft
Brennstoff - Zusatzfeuerung
Abgas
Dampf
Wärme-tauscher
Dampfturbine
Generator
Strom-last
Speisewasser
Dampfent-nahme-anschluß
Gegendruckanschluß
Wärme-last
Wärme-last
Kondensator
• Auch geeignet für Industrien bei denen Abfallmaterial entsteht, das dann zur Strom- und Wärmeproduktion genutzt werden kann
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

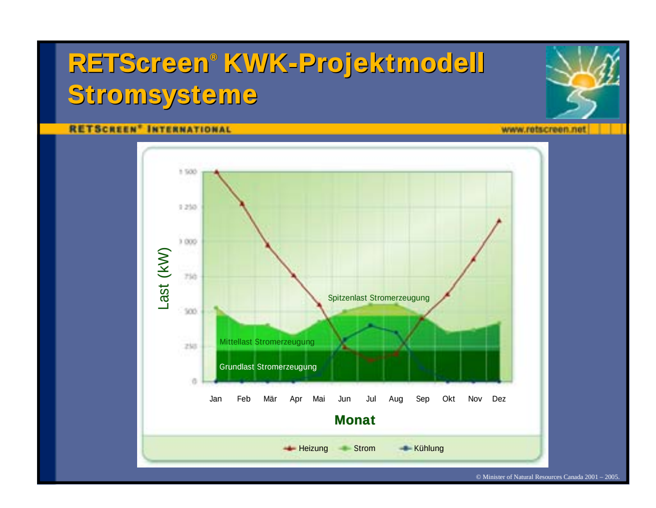

Beispiel: Kanada und Schweden
Deponiegas
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Auf Deponien entsteht Methan durch Müllverwesung
• Dieses kann als Brennstoff für Kühlungs- oder Heizungs-zwecke oder zur Strom-produktion genutzt werden
Deponiegas-Auffangsystem
Dampferzeugung
Prozess
Leitungssystem Deponiegasauffang
Kompressor
Kühler/ Entfeuchter
Filter
Stromerzeugung
Abfackelung
Bildquelle: Gaz Metropolitan
KWK (Deponiegas) für ein Fernwärmesystem, Schweden
Bildquelle: Urban Ziegler, NRCan
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


RETScreen® KWK-Projektmodell
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Weltweite Analyse der Energieerzeugung, Lebenszyklus-kosten und Treibhausgasemissionsminderungen
Kälte, Wärme, Strom und alle Kombinationen daraus
Gas- oder Dampfturbinen, Kolbenmotoren, Brennstoffzellen, Boiler, Kompressoren, etc.
Breites Spektrum an Brennstoffen, von fossilen Brennstoffen bis Biomasse & Erdwärme
Große Anzahl an Betriebsstrategien
Deponiegas-Werkzeug
Kommunale Energiesysteme
Enthält ebenso:
Mehrere Sprachen, Einheiten-auswahl und Benutzerwerkzeuge
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


RETScreen® KWK-Projektmodell
RETSCREEN® INTERNATIONAL
Fähigkeit zur Betrachtung verschiedener Projekttypen
Nur Wärme
Nur Strom
Nur Kälte
Wärme & Strom
Kälte & Strom
Wärme & Kälte
Kälte, Wärme & Strom
Brennstoff
Heizungs-system
Wärme
Wärme-last
Wärme
Zurückgewon-nene Wärme
Kühl-system
Kälte
Kälte-last
Elektrizität
Brennstoff
Strom-system
Elektrizität
Strom-last
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


RETScreen® KWK-Projektmodell
Heizungssysteme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Last (kW)
Spitzenlast Heizungssystem
Mittellast Heizungssystem
Grundlast Heizungssystem
Jan
Feb
Mär
Apr
Mai
Jun
Jul
Aug
Sep
Okt
Nov
Dez
Monat
Heizung
Strom
Kühlung
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


RETScreen® KWK-Projektmodell
Kältesysteme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Last (kW)
Spitzenlast Kühlungssystem
Grundlast Kühlungssystem
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
Monat
Heizung
Strom
Kühlung
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


RETScreen® KWK-Projektmodell
Stromsysteme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Last (kW)
Spitzenlast Stromerzeugung
Mittellast Stromerzeugung
Grundlast Stromerzeugung
Jan Feb Mär Apr Mai Jun Jul Aug Sep Okt Nov Dez
Monat
Heizung
Strom
Kühlung
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.


RETScreen®
KWK Energieberechnung
RETScreen® International
Clean Energy Project Analysis
Siehe e-Handbuch
Analyse sauberer Energieprojekte:
RETScreen® Bearbeitung und Fälle
Kapitel Projektanalyse für Kraft-Wärme-Kopplung
Abschätzung von Last und Bedarf:
• Wärmeprojekt;
• Kälteprojekt; und/oder
• Stromprojekt
Definition der Anlagenmerkmale
Berechnung gelieferter Energie und entsprechendem Brennstoffbedarf
Vereinfachtes Flußdiagramm des KWK-Energiemodells
© Minister of Natural Resources Canada 2001 – 2005.

Beispiel zur Validierung des RETScreen® KWK-Projektmodells



RETScreen® International www.retscreen.net

- Gesamtvalidierung durch unabhängigen Berater (FVB Energy Inc.) und durch zahlreiche Zweitprüfer aus Industrie, Versorgungsunternehmen, Regierung und akademischer Welt
- Vergleich mit mehreren anderen Modellen und/oder gemessenen Daten, mit exzellenten Ergebnissen (z.B. Berechnung der Dampfturbinenleistung im Vgl. mit GE Energieprozeßsimulations-software GateCycle)

Vergleich in der Berechnung einer Dampfturbinenleistung

Durchlauf	Eingangsstrom, p, T Kpph/psia/F	Ausgangsstrom p, T Kpph/psia/F	Anzapfstrom, p, T Kpph/psia/F	Effizienz	GateCycle Leistungsausgabe	RETScreen KWK Leistungsausgabe
1	50/1000/750	40/14/210	10/60/293	80%	3.896	3.883
2	50/1000/545	50/60/293	0	80%	2.396	2.404
3	50/450/457	50/60/293	0	80%	1.805	1.827
4	50/450/457	50/14.7/212	0	81%	2.913	2.915

Kpph = 1.000 lbs/hr

Ergebnisse



RETScreen® International www.retscreen.net

- Kraft-Wärme-Kopplungs(KWK)-Systeme nutzen Wärme, die ansonsten verloren wäre, effizient aus
- RETScreen berechnet Nachfrage- und und Lastdauer-kurven, gelieferte Energie und Brennstoffverbrauch für verschiedene Kombinationen von Wärme-, Kälte- und/oder Stromsystemen mit minimalen Inputdaten
- RETScreen ermöglicht signifikante Kostenersparnis für vorläufige Machbarkeitsstudien

Fragen?



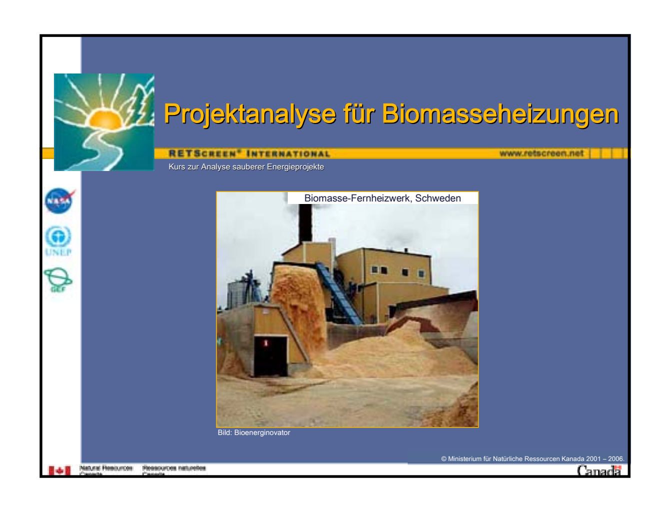
RETScreen® International www.retscreen.net

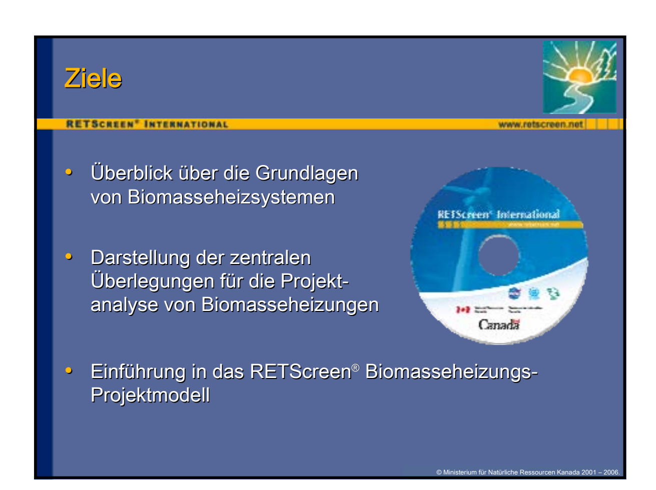
Projektanalysemodul für Kraft-Wärme-Kopplung
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte von RETScreen® International



Für weiter Informationen besuchen Sie bitte die RETScreen-Webseite unter
www.retscreen.net

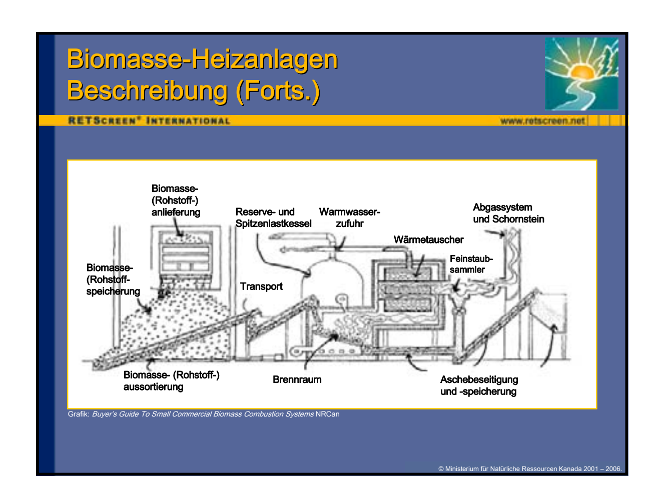

PROJEKTANALYSEMODUL FÜR BIOMASSEHEIZUNGEN

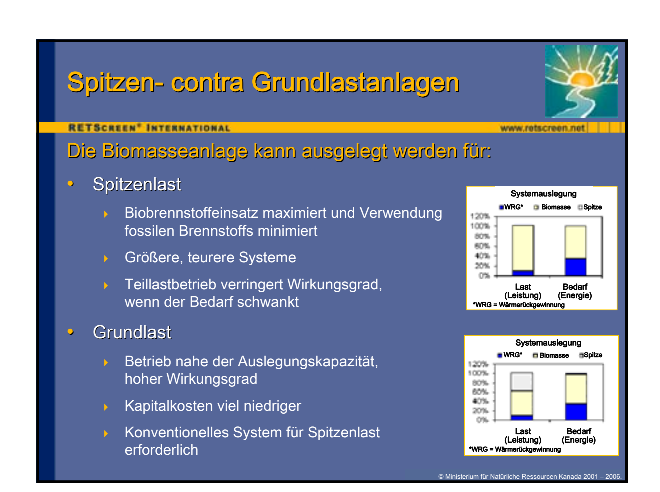

Projektanalyse für Biomasseheizungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Biomasse-Fernheizwerk, Schweden
Bild: Bioenerginovator
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.
Canada


Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Überblick über die Grundlagen von Biomasseheizsystemen
Darstellung der zentralen Überlegungen für die Projekt-analyse von Biomasseheizungen
Einführung in das RETScreen® Biomasseheizungs-Projektmodell
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Was können Biomasse-Heizanlagen leisten?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Wärme für
Gebäude
Kommunen
Industrielle Prozesse
…aber auch…
Arbeitsplatzschaffung
Verwendung von Abfallmaterial
Möglichkeit zum Einsatz von Fernheizung und Wärmerückgewinnung
Fernwärmeheizung mit Rapsöleinsatz, Deutschland
Bild: Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Biomasse-Heizanlagen
Beschreibung
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Heizwerk
Rückgewinnung von Abwärme
Biomasseverbrennung für Grundlast
Heizsystem für Spitzenlast
Optionales Reservesystem
Heizwärme-Verteilsystem
Heißwasserlieferung, kaltes Wasser im Rücklauf
Für einzelne Gebäude oder Fernwärmesystem
Brennstofflieferung
Brennstoffempfang, Lagerung und Transporteinrichtungen
Automatischer Brennstofftransfer von Tagesbunker zur Verbrennung ist Standard
Holzabfälle werden verpackt (Bales, Finnland)
Bild: Bioenergia Suomessa
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Biomasse-Heizanlagen
Beschreibung (Forts.)
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Biomasse- (Rohstoff-) anlieferung
Reserve- und Spitzenlastkessel
Warmwasser-zufuhr
Abgassystem und Schornstein
Wärmetauscher
Feinstaub-sammler
Biomasse- (Rohstoff-) speicherung
Transport
Biomasse- (Rohstoff-) aussortierung
Brennraum
Aschebeseitigung und -speicherung
Grafik: Buyer's Guide To Small Commercial Biomass Combustion Systems NRCan
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Spitzen- contra Grundlastanlagen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Die Biomasseanlage kann ausgelegt werden für:
Spitzenlast
Biobrennstoffeinsatz maximiert und Verwendung fossilen Brennstoffs minimiert
Größere, teurere Systeme
Teillastbetrieb verringert Wirkungsgrad, wenn der Bedarf schwankt
Grundlast
Betrieb nahe der Auslegungskapazität, hoher Wirkungsgrad
Kapitalkosten viel niedriger
Konventionelles System für Spitzenlast erforderlich
Systemauslegung
WRG* Biomasse Spitze
Last (Leistung)
Bedarf (Energie)
*WRG = Wärmerückgewinnung
Systemauslegung
WRG* Biomasse Spitze
Last (Leistung)
Bedarf (Energie)
*WRG = Wärmerückgewinnung
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Nah- und Fernwärmesysteme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Wärme von einer zentralen Anlage kann zu mehreren nahegelegenen Gebäuden zur Beheizung und für Warmwasser verteilt werden
Isolierte Stahlröhren werden unterirdisch in 0,6 bis 0,8 m Tiefe verlegt
• Vorteile gegenüber einer individuellen Heizung in jedem Gebäude:
Hoher Wirkungsgrad
Niedrigere Emissionen
Sicherheit
Komfort
Nutzerfreundlichkeit
• Hohe Anfangskosten
• Bedarf mehr Aufmerksamkeit als fossile Brennstoffsysteme
Fernwärmeheizwerk
Bild: SweHeat
Heißwasserleitungen für Fernwärme
Bild: SweHeat
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Biomasse-Brennstoffe
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Biomassebrennstoffe (Rohstoffe) schließen ein
Holz & Holzabfälle (Stücke, Sägemehl, Pellets, Schnitzel)
Landwirtschaftliche Abfälle (Stroh, Häcksel, Hülsen, tierische Abfälle und Gülle)
Energiepflanzen (Hybridpappeln, switchgrass, Weiden)
Haushaltsmüll
• Wichtige Überlegungen zum Energieträger
Heizwert und Feuchtigkeitsgehalt
Zuverlässigkeit, Sicherheit und Preisstabilität der Lieferung
Transport- und Speichereinrichtungen
Holz zur Biomasseverbrennung
Bild: ECOMatters Inc
Walnussschalen für Biomasseverbrennung
Bild: Warren Gretz/ NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Umwelteigenschaften von Biomasse-Brennstoffen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Bei Ernte in nachhaltiger Weise:
Null Nettoproduktion von Treibhausgasen
• Niedriger Schwefelgehalt verringert sauren Regen
• Emission lokaler Luftschadstoffe
Partikel (Ruß)
Gasförmige Schadstoffe
Krebserregende Spurenelemente
Kann gesetzlichen Bestimmungen ausgesetzt sein
Holzschnitzel
Bild: Bioenerginovator
Bagasse
Bild: Warren Gretz/NREL Pix
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

Beispiele für Anlagenkosten zur Biomasse-Heizung

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Für ein 150 kW System zur Beheizung eines 800 m² Gebäudes:

	Öl	Holzschnitzel
Anfangskosten	21 000$	80 000$
Betrieb & Wartung	1 000$	8 000$
Brennstoff, jährl.	18 000$	1 700$

- Hohe Anfangskosten, potenziell niedrige Brennstoffkosten:

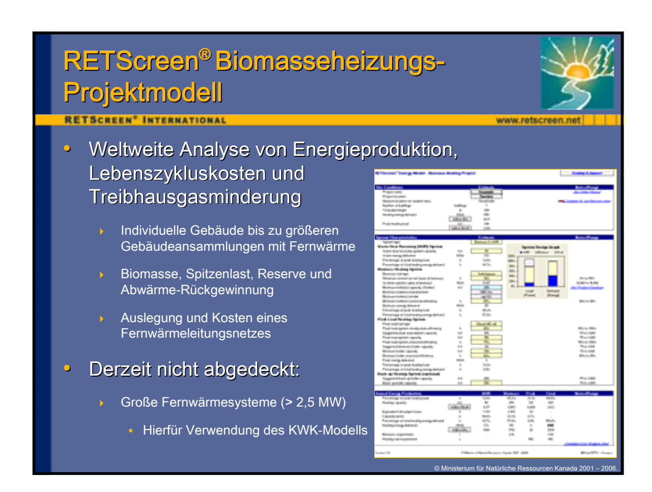
	Preis	Wärmekosten ($/GJ)
Strom	0,08$/kWh	22,50
Propan	0,40$/l	15,60
Heizöl	0,30$/l	8,50
Gas	0,20$/m³	5,80
Holzabfälle	10$/t	1,70
Baumschnitzel	40$/t	6,70

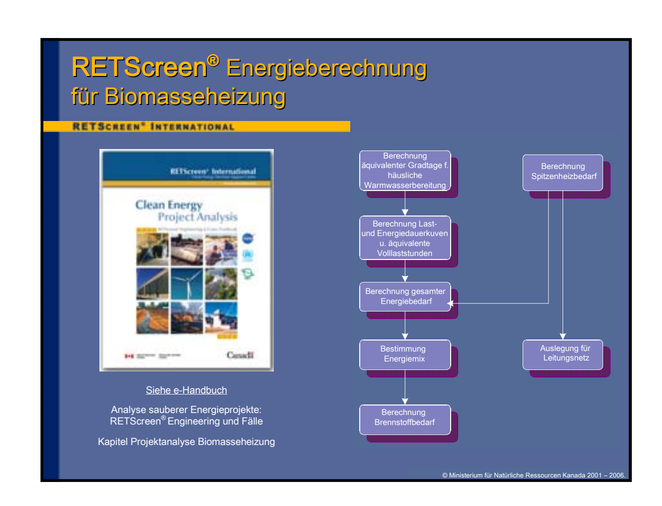


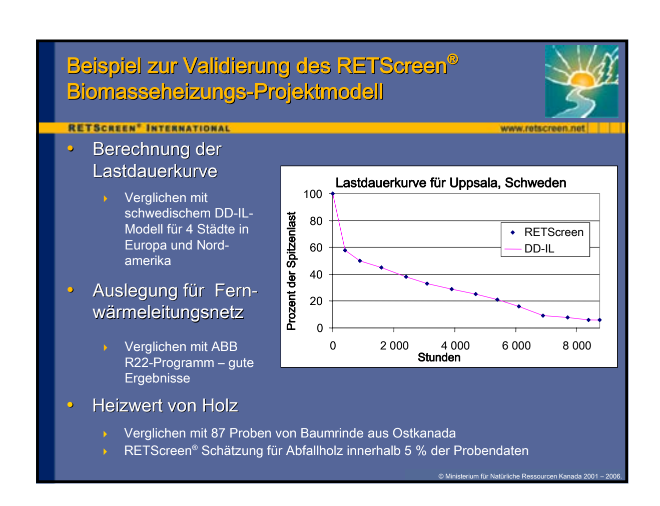



Beispiel: Kanada
Öffentliche und kommerzielle Gebäude
RETScreen® International
www.retscreen.net
Individuelle Gebäude können mit Wärme aus Biomasse versorgt werden
Öffentlich: Schulen, Krankenhäuser, kommunale Gebäude
Gewerblich: Läden, Garagen etc.
Kleines gewerbliches Biomasseheizsystem, Kanada
Bild: ECOMatters Inc.
Bild: Grove Wood Heat
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele: Brasilien und USA
Prozesswärme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Oft angewandt, wo Biomasse produziert wird und Prozesswärme erforderlich ist
Sägemühlen, Zucker- und Alkoholfabriken, Möbelherstellung und Trockenanlagen für landwirtschaftliche Prozesse.
Zuckerrohr für Prozesswärme, Hawaii
Bagasse für Prozesswärme in Zuckermühle, Brasilien
Inneres einer Brennkammer
Bild: Warren Gretz/ NREL Pix
Bild: Ralph Overend/ NREL Pix
Bild: Ken Sheinkopf/ Solstice CREST
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


RETScreen® Biomasseheizungs-Projektmodell
RETScreen® International
www.retscreen.net
Weltweite Analyse von Energieproduktion, Lebenszykluskosten und Treibhausgasminderung
Individuelle Gebäude bis zu größeren Gebäudeansammlungen mit Fernwärme
Biomasse, Spitzenlast, Reserve und Abwärme-Rückgewinnung
Auslegung und Kosten eines Fernwärmeleitungsnetzes
Derzeit nicht abgedeckt:
Große Fernwärmesysteme (> 2,5 MW)
Hierfür Verwendung des KWK-Modells
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.





Schlussfolgerungen

RETScreen® International · www.retscreen.net

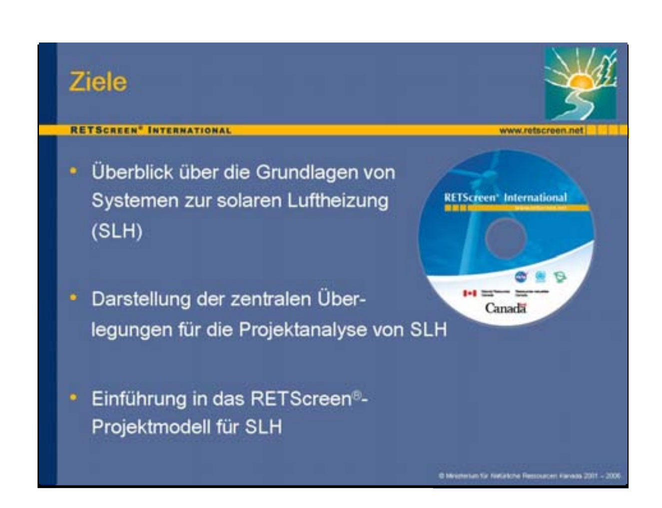
- Energiekosten bei Biomasseheizung können viel niedriger liegen als bei konventioneller Heizung, auch unter Berücksichtigung hoher Anfangskosten von Biomassesystemen
- RETScreen® berechnet Dauerlastkurven, erforderliche Biomasse und Spitzenlastkapazität sowie Auslegungen für das Fernwärmenetz unter Verwendung eines Minimums an Eingabedaten
- RETScreen® sorgt für erhebliche Kostensenkungen im Vorfeld von Machbarkeitsstudien


Fragen?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Projektanalysemodul für Biomasseheizungen
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte von RETScreen® International
Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die RETScreen-Internetseite
www.retscreen.net
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

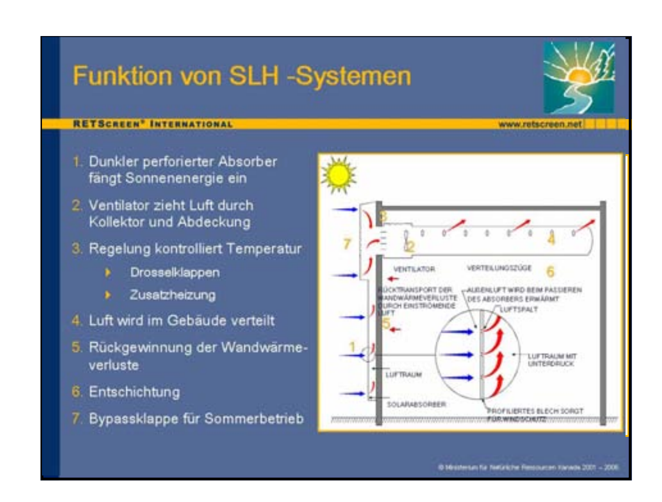


PROJEKTANALYSEMODUL FÜR SOLARE LUFTHEIZUNG

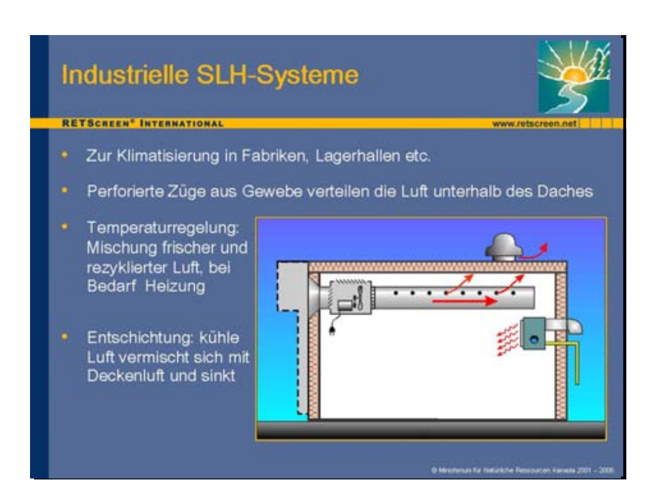

Solare Luftheizung Projektanalyse
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Industrielle solare Luftheizung, Quebec, Kanada
Bild: Conserval Engineering
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.
Canada


Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Überblick über die Grundlagen von Systemen zur solaren Luftheizung (SLH)
Darstellung der zentralen Überlegungen für die Projektanalyse von SLH
Einführung in das RETScreen®-Projektmodell für SLH
RETScreen® International
Canada

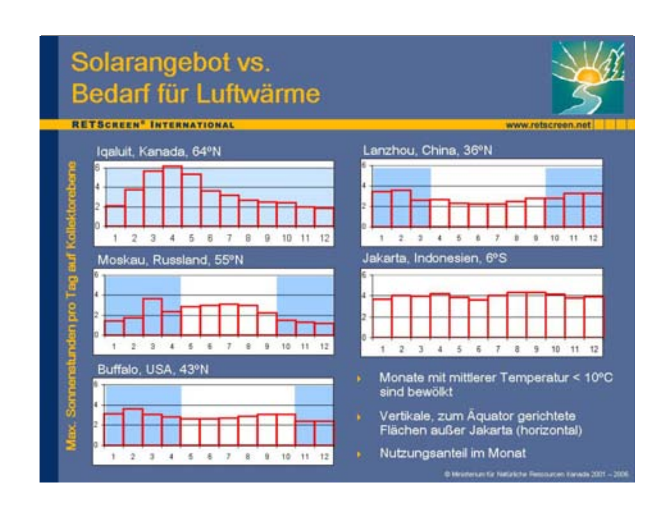

Was können Anlagen zur solaren Luftheizung leisten?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Warmluft zur Klimatisierung
Warme Prozessluft
...aber auch...
Wetterhülle
Reduzierte Wärmeverluste durch die Außenwand
Reduzierte Schichtung
Bessere Luftqualität
Reduzierte Unterdruckprobleme
Schule, Yellowknife, kanada
Solarkollektor

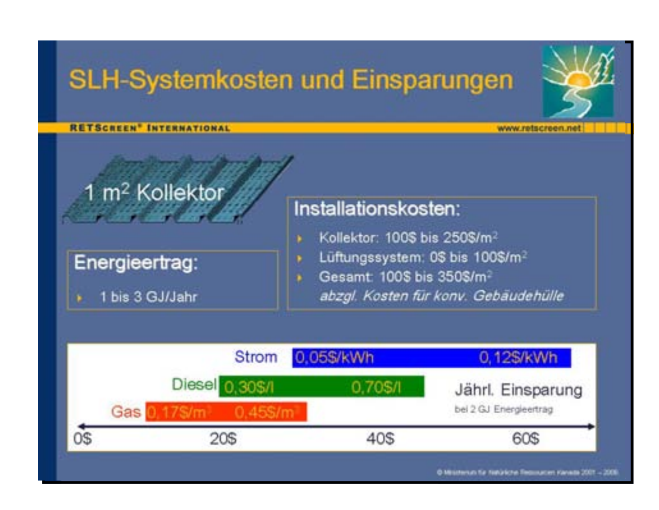

Funktion von SLH -Systemen
RETScreen® International
www.retscreen.net
1. Dunkler perforierter Absorber fängt Sonnenenergie ein
2. Ventilator zieht Luft durch Kollektor und Abdeckung
3. Regelung kontrolliert Temperatur
Drosselklappen
Zusatzheizung
4. Luft wird im Gebäude verteilt
5. Rückgewinnung der Wandwärme-verluste
6. Entschichtung
7. Bypassklappe für Sommerbetrieb
VENTILATOR
VERTEILUNGSZÜGE
LUFTSPALT
LUFTRAUM
SOLARABSORBER
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006


Gewerbliche/Häusliche SLH-Systeme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Zwei Arten von Systemen
Anwendungsbezogene Klimatisierung (Wohnhäuser und Schulen)
Heizung, Kühlung und Belüftung mit 10-20% Frischluft
SLH-Kollektor in Verbindung mit konventionellen Ventilatoren und Belüftungsschächten
Ergänzung bei Bedarf durch konventionelle Heizung
Keine Entschichtung
Vorwärmkreislauf erlaubt die Verwen-dung von mehr Frischluft
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006


Industrielle SLH-Systeme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Zur Klimatisierung in Fabriken, Lagerhallen etc.
Perforierte Züge aus Gewebe verteilen die Luft unterhalb des Daches
Temperaturregelung: Mischung frischer und rezyklierter Luft, bei Bedarf Heizung
Entschichtung: kühle Luft vermischt sich mit Deckenluft und sinkt
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006


SLH-Systeme für Prozesswärme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kollektor auf jede geeignete Oberfläche montiert
Auslass des Kollektors führt zum Prozess
Temperatur kann geregelt werden durch
Konventionelle Heizung
Bypassklappe
Saatguttrocknung
Erfordert niedrige Temperaturen, um Schäden am Saatgut zu vermeiden
Luftvorerwärmung bei industriellen Prozessen
Teetrocknung, West-Java, Indonesien


Solarangebot vs. Bedarf für Luftwärme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Iqaluit, Kanada, 64°N
Lanzhou, China, 36°N
Moskau, Russland, 55°N
Jakarta, Indonesien, 6°S
Buffalo, USA, 43°N
Max. Sonnenstunden pro Tag auf Kollektorebene
Monate mit mittlerer Temperatur < 10°C sind bewölkt
Vertikale, zum Äquator gerichtete Flächen außer Jakarta (horizontal)
Nutzungsanteil im Monat


SLH-Systemkosten und Einsparungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
1 m² Kollektor
Energieertrag:
1 bis 3 GJ/Jahr
Installationskosten:
Kollektor: 100$ bis 250$/m²
Lüftungssystem: 0$ bis 100$/m²
Gesamt: 100$ bis 350$/m²
abzgl. Kosten für konv. Gebäudehülle
Strom 0,05$/kWh 0,12$/kWh
Diesel 0,30$/l 0,70$/l
Gas 0,17$/m³ 0,45$/m³
Jährl. Einsparung
bei 2 GJ Energieertrag
0$ 20$ 40$ 60$



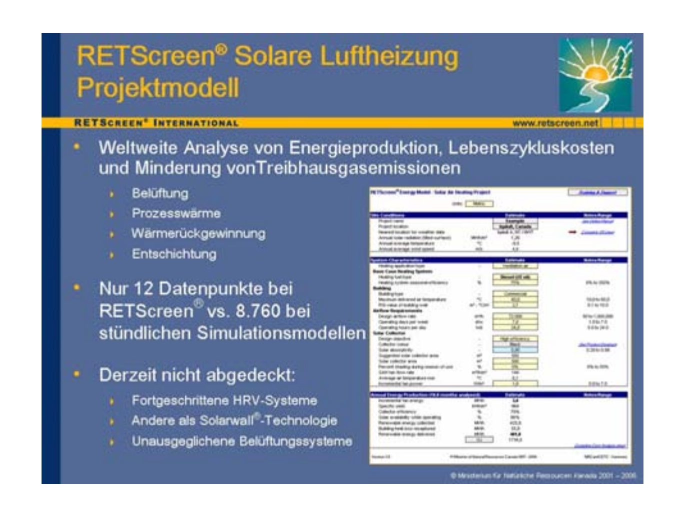
Projekt zur solaren Luftheizung
Überlegungen
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Am wirtschaftlichsten bei Neubau und Renovierung
Gutschrift für Verkleidung
Sicherstellen, dass SLH leicht in bestehendes Belüftungssystem integriert werden kann
Die meisten dunklen Farben haben Absorptionsfaktor von 0,80-0,95
Architektonische Aspekte können sehr wichtig sein
Wirtschaftlicher bei hoher Personennutzung
Kann um Fenster und Türen herum angebracht werden
Vorhandene Ventilatoren und Lüftungszüge können verwendet werden
Niedrige oder keine zusätzlichen Wartungskosten
Solare Luftheizung Systemkomponenten
Abluftventilator
Luftzüge
Vordach
Ventilator
Perforierter Plattenabsorber
Grafik: NRCan
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006

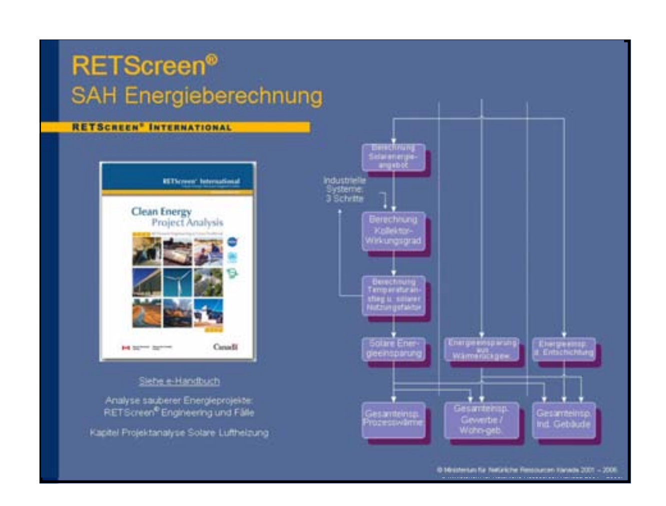


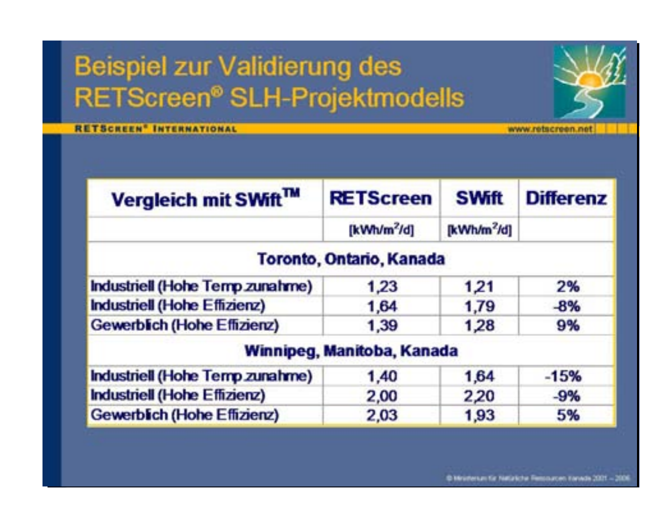
Beispiele: Kanada and USA
Heizungssysteme zur Belüftung
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Verbesserte Luftqualität bei niedrigen Kosten
Größe reicht von einigen m² bis 10.000 m²
Luftzüge sollten nahe der südwärts gerichteten Außenwand verlegt werden
Typische Amortisationszeiten von 2 bis 5 Jahren
Industrielle Systeme haben oft die kürzeste Amortisationszeit
Wohnhaus, Ontario, Kanada
Brauner Kollektor an Industriegebäude, Connecticut, USA
Mobiles Klassenzimmer, Ontario, Kanada
Bild: Conserval Engineering
Bild: Conserval Engineering
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006



Beispiel: Indonesien
Prozesswärmesysteme
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Normalerweise Systeme mit konstantem Durchfluss und sehr einfacher Regelung
Verwendet zur Trocknung von Saaten, die ganzjährig geernted werden
Am besten, wenn sonnige Saison mit Ernte zusammenfällt
Teetrocknung, West-Java, Indonesien
Bild: Conserval Engineering
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006







Vergleich mit SWift™	RETScreen	SWift	Differenz
	[kWh/m²/d]	[kWh/m²/d]	
Toronto, Ontario, Kanada			
Industriell (Hohe Temp.zunahme)	1,23	1,21	2%
Industriell (Hohe Effizienz)	1,64	1,79	-8%
Gewerblich (Hohe Effizienz)	1,39	1,28	9%
Winnipeg, Manitoba, Kanada			
Industriell (Hohe Temp.zunahme)	1,40	1,64	-15%
Industriell (Hohe Effizienz)	2,00	2,20	-9%
Gewerblich (Hohe Effizienz)	2,03	1,93	5%

Schlussfolgerungen

RETScreen® International www.retscreen.net

- SLH liefert Wärme für Belüftung und Prozessluft
- Standorte weltweit verfügen über ausreichend Solarenergie, falls Luft-heizung benötigt wird
- SLH dient als Wetterverkleidung und wird in konventionelles Belüftungs-system eingespeist
- RETScreen® berechnet für SLH-Systeme
  - Energieertrag, Wirkungsgrad und Temperaturanhebung
  - Wärmerückgewinnung an Außenwand
  - Verringerte Wärmeverluste durch Entschichtung
- RETScreen® ist eine Jahresanalyse mit monatlicher Angebotsberechnung, die zu einer mit stündlichen Simulationsmodellen vergleichbaren Genauigkeit führt
- RETScreen® kann Kosten für Vorstudien zur Machbarkeit deutlich senken

Fragen?



RETScreen® International www.retscreen.net

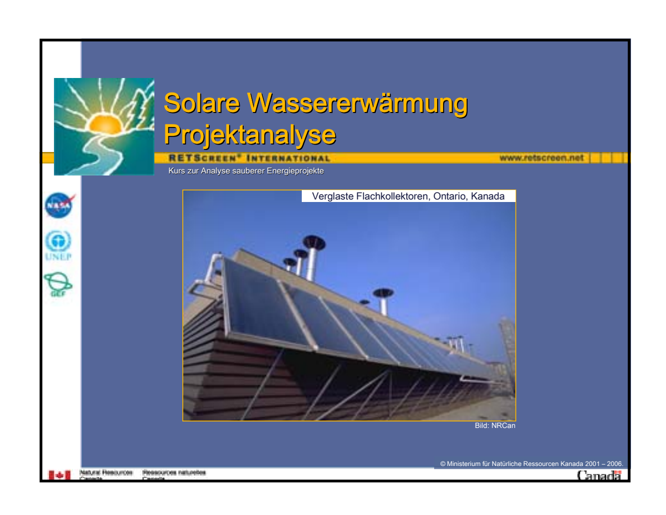
Projektanalysemodul für solare Luftheizung
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte von RETScreen® International

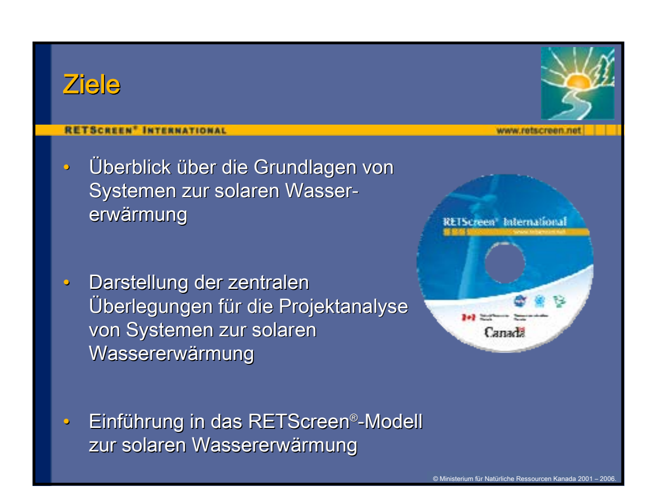


Für weitere Informationen besuchen sie bitte die RETScreen-Internetseite
www.retscreen.net

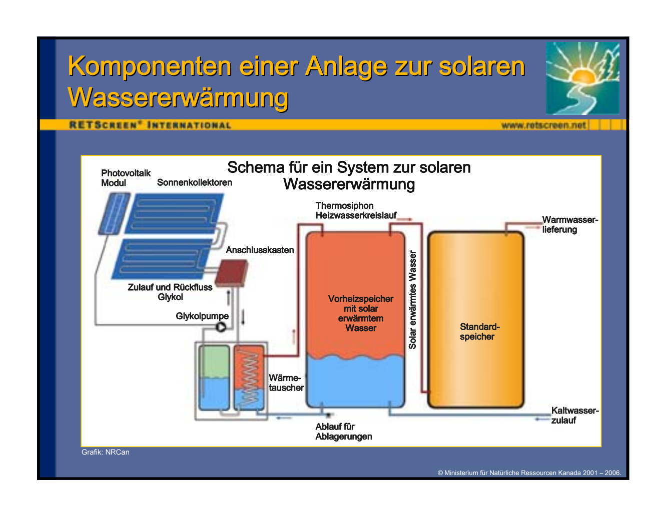


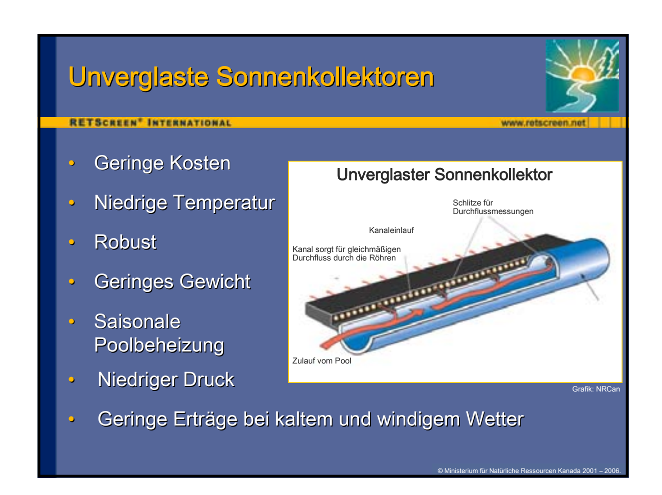
PROJEKTANALYSEMODUL ZUR SOLAREN WASSERERWÄRMUNG

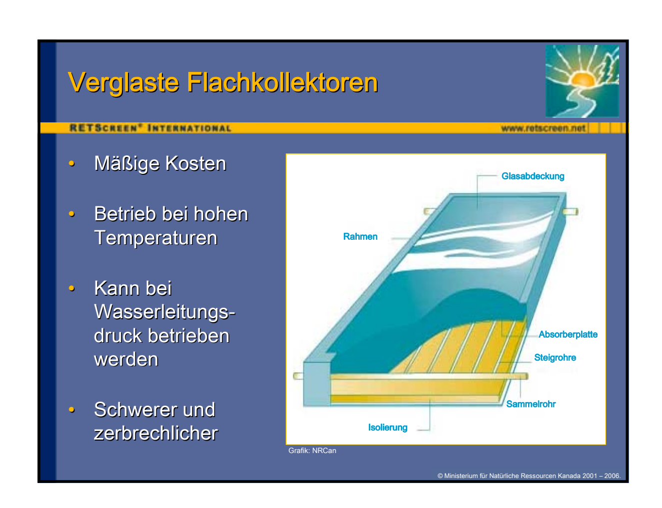

Solare Wassererwärmung
Projektanalyse
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Verglaste Flachkollektoren, Ontario, Kanada
Bild: NRCan
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.
Canada

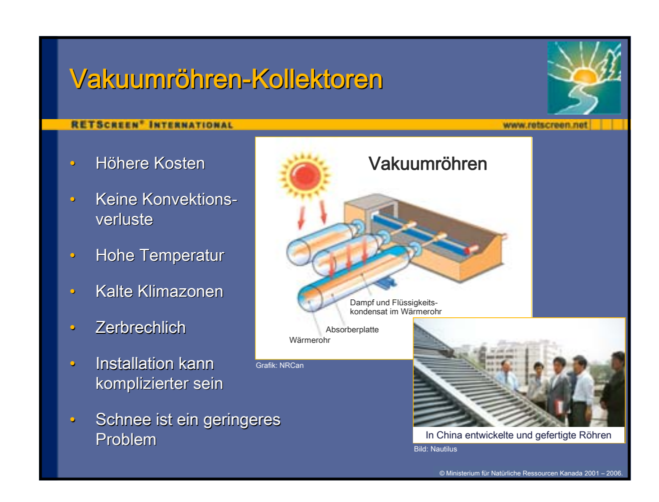

Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Überblick über die Grundlagen von Systemen zur solaren Wasser-erwärmung
• Darstellung der zentralen Überlegungen für die Projektanalyse von Systemen zur solaren Wassererwärmung
• Einführung in das RETScreen®-Modell zur solaren Wassererwärmung
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Was können Anlagen zur solaren Wassererwärmung leisten?
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Warmwasser
• Prozesswärme
• Schwimmbad-Beheizung
…aber auch…
Erhöhte Speicherung für Warmwasser
Verlängerte Badesaison (Beckenheizung)
Konferenzzentrum, Bethel, Lesotho
Bild: Vadim Belotserkovsky
Wohnsiedlung, Kungsbacka, Sweden
Bild: Alpo Winberg/ Solar Energy Association of Sweden
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

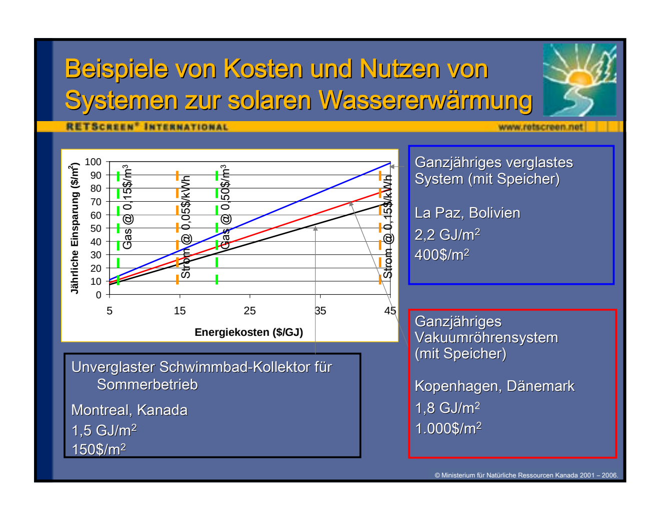

Komponenten einer Anlage zur solaren Wassererwärmung
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
Schema für ein System zur solaren Wassererwärmung
Photovoltaik Modul
Sonnenkollektoren
Thermosiphon Heizwasserkreislauf
Warmwasser-lieferung
Anschlusskasten
Zulauf und Rückfluss Glykol
Glykolpumpe
Vorheizspeicher mit solar erwärmtem Wasser
Solar erwärmtes Wasser
Standard-speicher
Wärme-tauscher
Kaltwasser-zulauf
Ablauf für Ablagerungen
Grafik: NRCan
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Unverglaste Sonnenkollektoren
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Geringe Kosten
• Niedrige Temperatur
• Robust
• Geringes Gewicht
• Saisonale Poolbeheizung
• Niedriger Druck
• Geringe Erträge bei kaltem und windigem Wetter
Unverglaster Sonnenkollektor
Schlitze für Durchflussmessungen
Kanaleinlauf
Kanal sorgt für gleichmäßigen Durchfluss durch die Röhren
Zulauf vom Pool
Grafik: NRCan
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Verglaste Flachkollektoren
RETSCREEN® INTERNATIONAL
www.retscreen.net
• Mäßige Kosten
• Betrieb bei hohen Temperaturen
• Kann bei Wasserleitungs-druck betrieben werden
• Schwerer und zerbrechlicher
Glasabdeckung
Rahmen
Absorberplatte
Steigrohre
Sammelrohr
Isolierung
Grafik: NRCan
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Vakuumröhren-Kollektoren
RETScreen® International
www.retscreen.net
Höhere Kosten
Keine Konvektions-verluste
Hohe Temperatur
Kalte Klimazonen
Zerbrechlich
Installation kann komplizierter sein
Schnee ist ein geringeres Problem
Vakuumröhren
Dampf und Flüssigkeits-kondensat im Wärmerohr
Absorberplatte
Wärmerohr
Grafik: NRCan
In China entwickelte und gefertigte Röhren
Bild: Nautilus
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Solare Wasserwärmung in verschiedenen Klimazonen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Für ein häusliches solares Warmwassersystem mit 6 m² verglastem Kollektor, einem Bedarf von 300 l/day Warmwasser bei 60ºC und 300 l Speicher, beträgt der solare Anteil:
21% in Tromsø, Norwegen (70ºN)
40% in Yellowknife, Kanada (62ºN)
32% in Warschau, Polen (52ºN)
51% in Harbin, China (46ºN)
67% in Sacramento, USA (39ºN)
39% in Tokio, Japan (36ºN)
78% in Marrakech, Marokko (32ºN)
75% in Be'er-Sheva, Israel (31ºN)
81% in Matam, Senegal (16ºN)
59% in Puerto Limón, Costa Rica (10ºN)
59% in Jakarta, Indonesien (6ºS)
86% in Huancayo, Peru (12ºS)
69% in Harare, Zimbabwe (18ºS)
65% in Sydney, Australien (34ºS)
39% in Punta Arenas, Chile (53ºS)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele von Kosten und Nutzen von Systemen zur solaren Wassererwärmung
RETScreen® International
www.retscreen.net
Jährliche Einsparung ($/m²)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
5
15
25
35
45
Energiekosten ($/GJ)
Gas @ 0,15$/m³
Strom @ 0,05$/kWh
Gas @ 0,50$/m³
Strom @ 0,15$/kWh
Ganzjähriges verglastes System (mit Speicher)
La Paz, Bolivien
2,2 GJ/m²
400$/m²
Ganzjähriges Vakuumröhrensystem (mit Speicher)
Kopenhagen, Dänemark
1,8 GJ/m²
1.000$/m²
Unverglaster Schwimmbad-Kollektor für Sommerbetrieb
Montreal, Kanada
1,5 GJ/m²
150$/m²
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

Projekt zur solaren Wassererwärmung Überlegungen

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

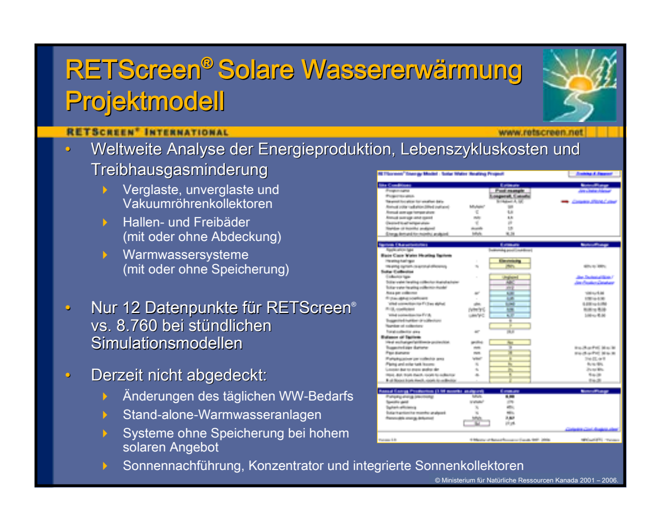
- Faktoren für erfolgreiche Projekte:
  - Großer Bedarf für Warmwasser, um Gewicht der Festkosten zu mindern
  - Hohe Energiekosten (z.B. Erdgas nicht vorhanden)
  - Keine verlässliche Versorgung mit konventioneller Energie
  - Starkes Umweltinteresse bei Gebäudeeigentümer/-betreiber
- Warmwasserbedarf am Tage verringert Notwendigkeit der Speicherung
- Saisonale Systeme mit niedrigeren Kosten können finanziellen Vorteil gegenüber Ganzjahres-Systemen haben
- Wartung ähnlich wie bei jedem Sanitärsystem, jedoch muss der Betreiber eine rechtzeitige Wartung und Reparatur sicherstellen



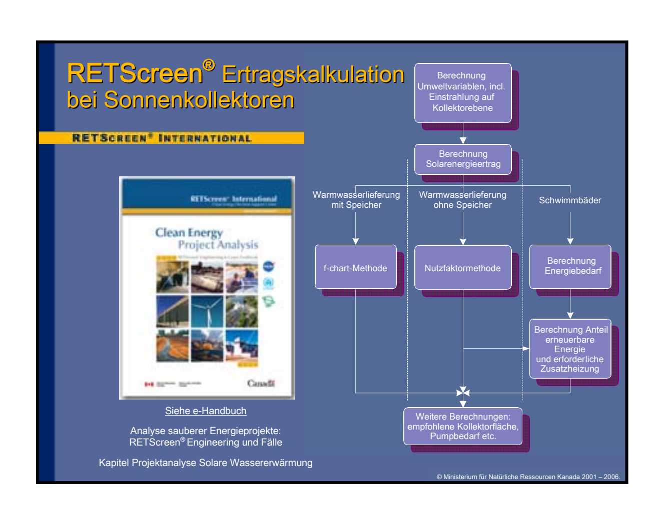




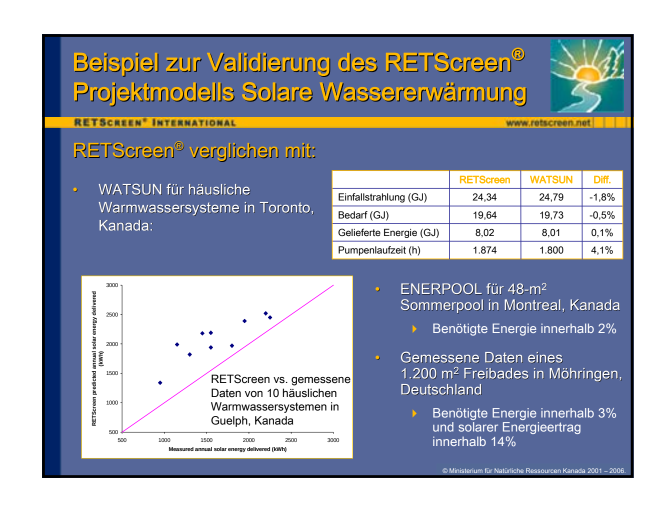
Beispiele: Griechenland und Kanada
Gewerbliche/Industrielle Warmwassersysteme
RETScreen® International
www.retscreen.net
Hotels/Motels, Apartments und Bürogebäude
Gesundheitszentren & Krankenhäuser
Autowaschanlagen, Wäschereien, Restaurants
Sportanlagen, Schulen, Duschanlagen
Aquakultur, sonstige Kleinindustrie
Hotel, Agio Nikolaos, Kreta
Aquakulturbetrieb, British Columbia, Kanada
Bild: Regional Energy Agency of Crete/ISES
Bild: NRCan
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.



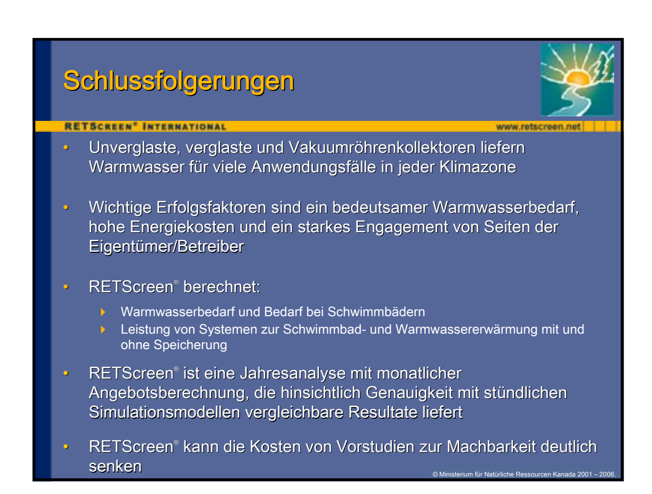
RETScreen® Solare Wassererwärmung Projektmodell
RETScreen® International
www.retscreen.net
Weltweite Analyse der Energieproduktion, Lebenszykluskosten und Treibhausgasminderung
Verglaste, unverglaste und Vakuumröhrenkollektoren
Hallen- und Freibäder (mit oder ohne Abdeckung)
Warmwassersysteme (mit oder ohne Speicherung)
Nur 12 Datenpunkte für RETScreen® vs. 8.760 bei stündlichen Simulationsmodellen
Derzeit nicht abgedeckt:
Änderungen des täglichen WW-Bedarfs
Stand-alone-Warmwasseranlagen
Systeme ohne Speicherung bei hohem solaren Angebot
Sonnennachführung, Konzentrator und integrierte Sonnenkollektoren
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.



RETScreen® Ertragskalkulation bei Sonnenkollektoren
RETScreen® International
Berechnung Umweltvariablen, incl. Einstrahlung auf Kollektorebene
Berechnung Solarenergieertrag
Warmwasserlieferung mit Speicher
Warmwasserlieferung ohne Speicher
Schwimmbäder
f-chart-Methode
Nutzfaktormethode
Berechnung Energiebedarf
Berechnung Anteil erneuerbare Energie und erforderliche Zusatzheizung
Weitere Berechnungen: empfohlene Kollektorfläche, Pumpbedarf etc.
Clean Energy Project Analysis
Siehe e-Handbuch
Analyse sauberer Energieprojekte: RETScreen® Engineering und Fälle
Kapitel Projektanalyse Solare Wassererwärmung
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.



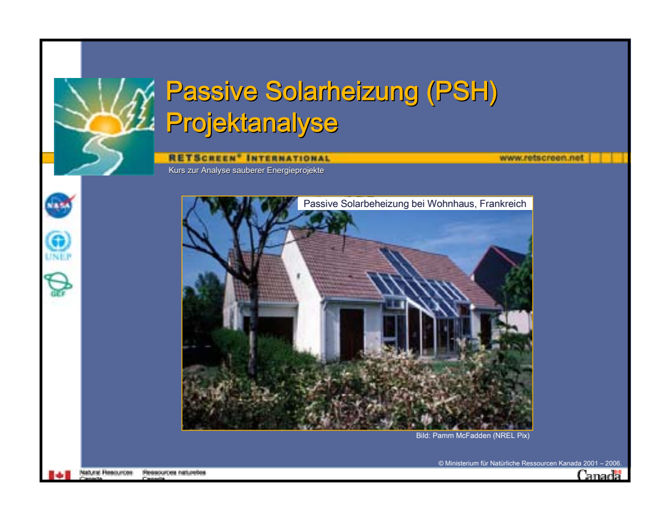
	RETScreen	WATSUN	Diff.
Einfallstrahlung (GJ)	24,34	24,79	-1,8%
Bedarf (GJ)	19,64	19,73	-0,5%
Gelieferte Energie (GJ)	8,02	8,01	0,1%
Pumpenlaufzeit (h)	1.874	1.800	4,1%

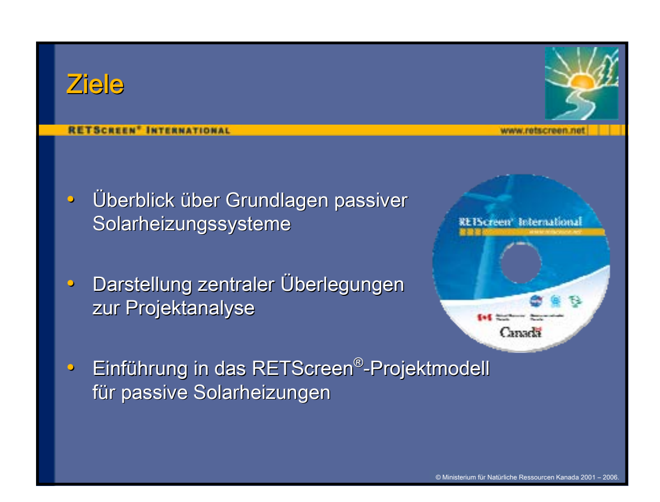




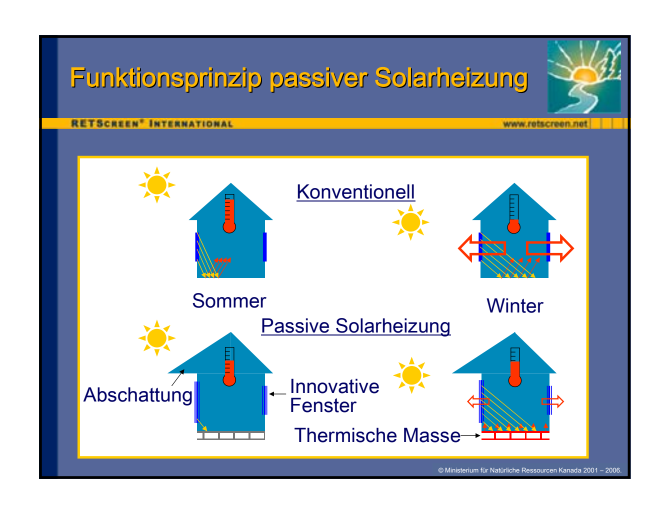


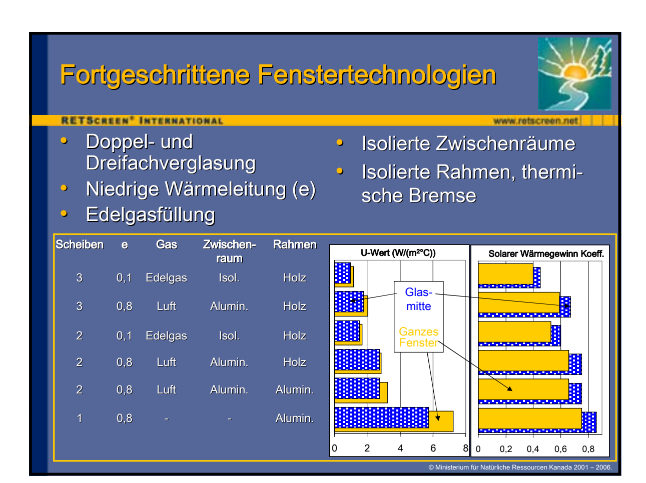
ANALYSEMODUL FÜR PASSIVE SOLARHEIZUNGSPROJEKTE


Passive Solarheizung (PSH)
Projektanalyse
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte
Passive Solarbeheizung bei Wohnhaus, Frankreich
Bild: Pamm McFadden (NREL Pix)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.
Canada


Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Überblick über Grundlagen passiver Solarheizungssysteme
• Darstellung zentraler Überlegungen zur Projektanalyse
• Einführung in das RETScreen®-Projektmodell für passive Solarheizungen
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

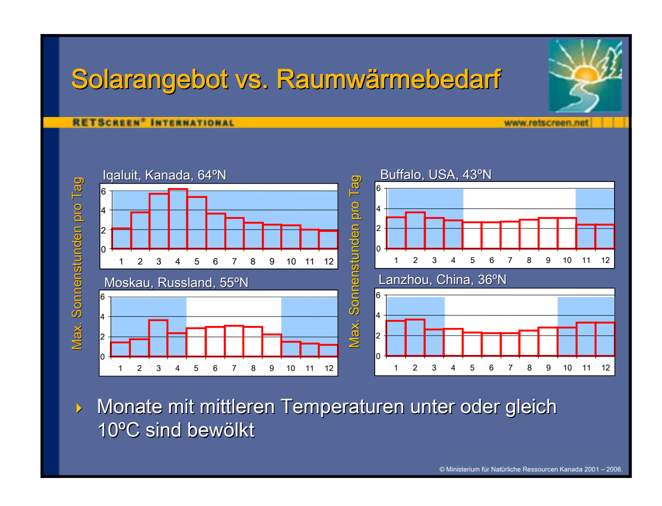

Was kann die passive Solarheizung leisten?
RETScreen® International
www.retscreen.net
• 20 bis 50% des Raumwärmebedarfs
…aber auch…
Erhöhter Komfort
Besseres Tageslicht
Kann Kosten zum Kühlen verringern
Verminderte Kondensation an Fenstern
Kann zu kleineren Heizungs-/Kühlanlagen führen
Passive Solarheizung an Mehrfamilienhaus, Deutschland
Bild: Fraunhofer ISE (from Siemens Research and Innovation Website)
Das NREL-Gebäude in Golden, Colorado
Bild: Warren Gretz (NREL Pix)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

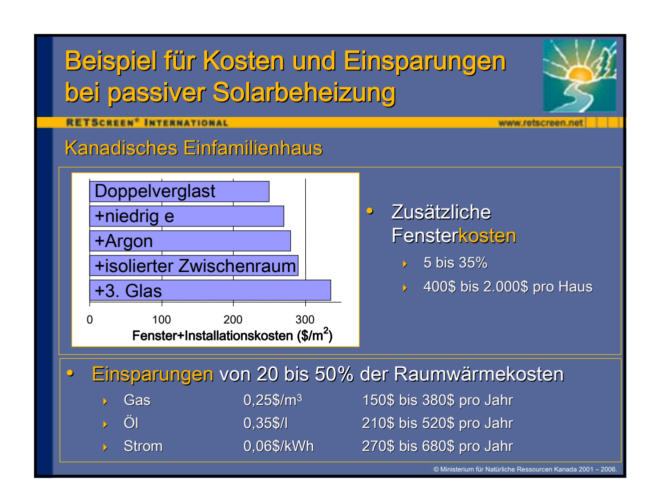


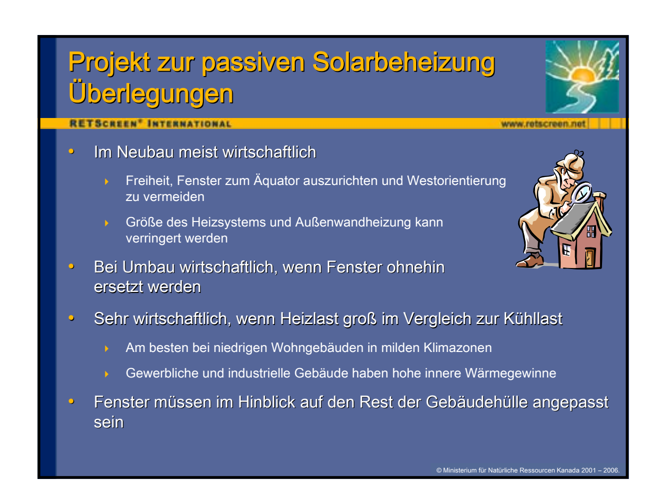


Scheiben	e	Gas	Zwischen-raum	Rahmen
3	0,1	Edelgas	Isol.	Holz
3	0,8	Luft	Alumin.	Holz
2	0,1	Edelgas	Isol.	Holz
2	0,8	Luft	Alumin.	Holz
2	0,8	Luft	Alumin.	Alumin.
1	0,8	-	-	Alumin.



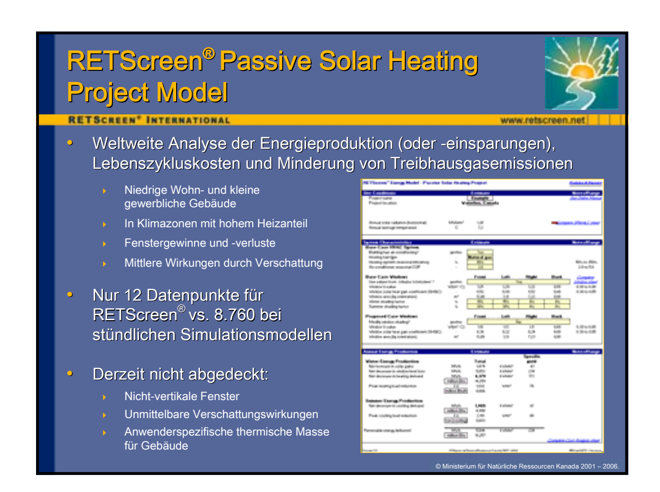

Solarangebot vs. Raumwärmebedarf
RETScreen® International
www.retscreen.net
Max. Sonnenstunden pro Tag
Iqaluit, Kanada, 64°N
Buffalo, USA, 43°N
Moskau, Russland, 55°N
Lanzhou, China, 36°N
Monate mit mittleren Temperaturen unter oder gleich 10°C sind bewölkt
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

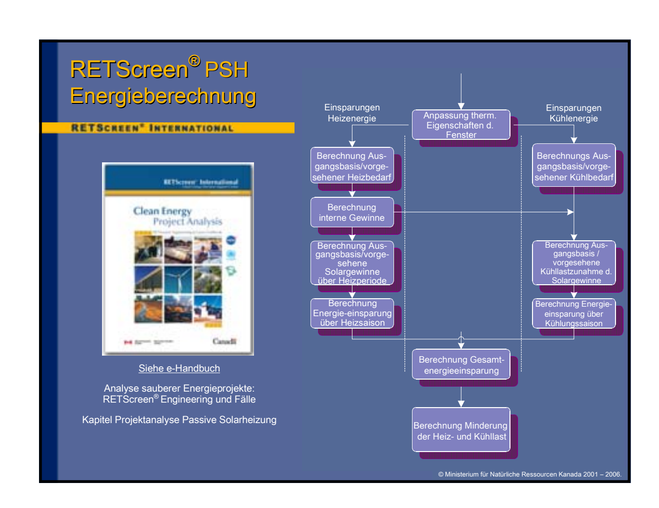

Beispiel für Kosten und Einsparungen bei passiver Solarbeheizung
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kanadisches Einfamilienhaus
Doppelverglast
+niedrig e
+Argon
+isolierter Zwischenraum
+3. Glas
0
100
200
300
Fenster+Installationskosten ($/m²)
Zusätzliche Fensterkosten
5 bis 35%
400$ bis 2.000$ pro Haus
Einsparungen von 20 bis 50% der Raumwärmekosten
Gas 0,25$/m³ 150$ bis 380$ pro Jahr
Öl 0,35$/l 210$ bis 520$ pro Jahr
Strom 0,06$/kWh 270$ bis 680$ pro Jahr
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

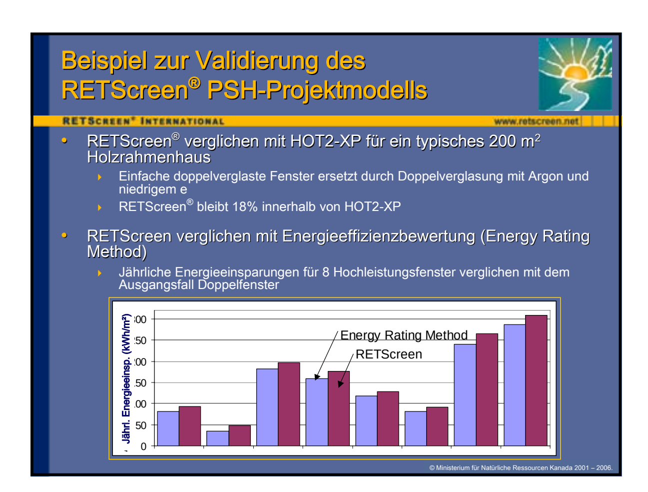

Projekt zur passiven Solarbeheizung Überlegungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Im Neubau meist wirtschaftlich
Freiheit, Fenster zum Äquator auszurichten und Westorientierung zu vermeiden
Größe des Heizsystems und Außenwandheizung kann verringert werden
Bei Umbau wirtschaftlich, wenn Fenster ohnehin ersetzt werden
Sehr wirtschaftlich, wenn Heizlast groß im Vergleich zur Kühllast
Am besten bei niedrigen Wohngebäuden in milden Klimazonen
Gewerbliche und industrielle Gebäude haben hohe innere Wärmegewinne
Fenster müssen im Hinblick auf den Rest der Gebäudehülle angepasst sein
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

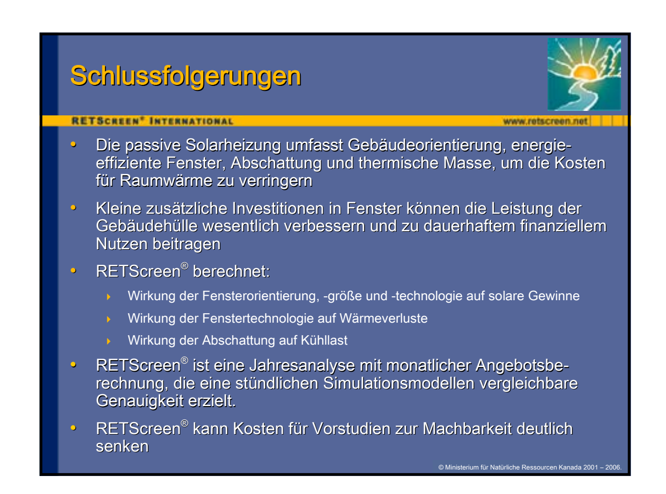

Beispiele: Kanada und USA
Niedrigenergie-Gebäude
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Passive Solartechniken in konventionell aussehendes Gebäude integriert
• Finanzielle Überlegungen nicht immer vorrangig: Komfort, Lärmschutz, Komfortsteigerung und Umwelt
Gute Abschattung und fortschrittliche Fenster, USA
Waterloo Green Home, Ontario, Kanada
Bild: Hickory Corporation (NREL Pix)
Bild: Waterloo Green Home
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

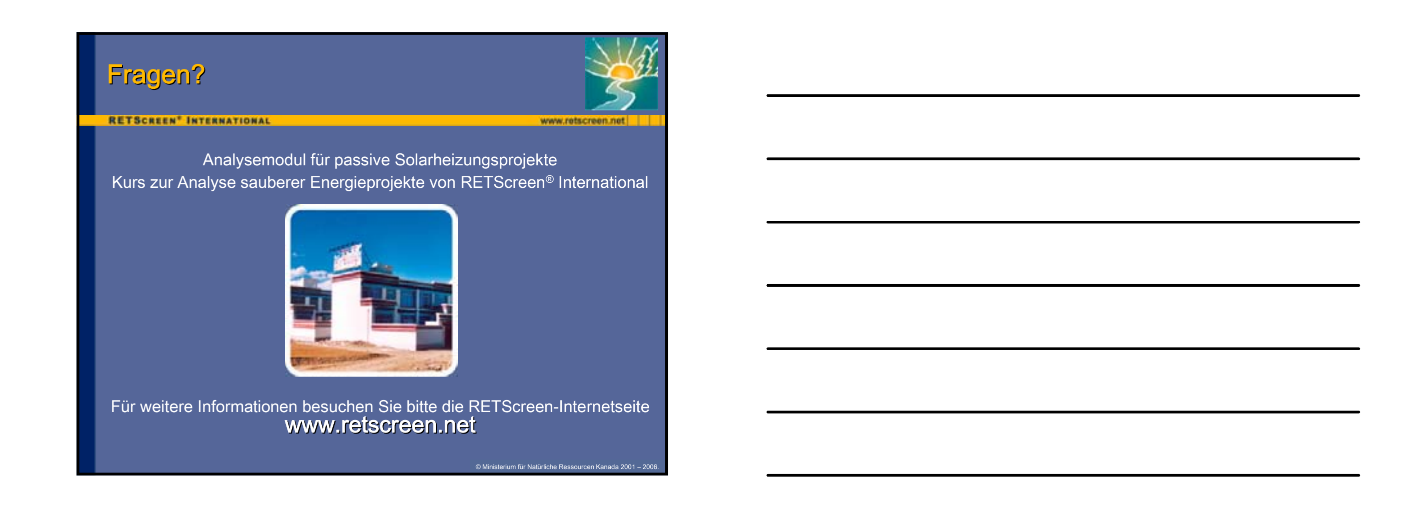

Beispiele: Deutschland und Lesotho
Autarke Solarhäuser
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Mehr Verglasung, mehr thermische Masse und Regelung der Luftverteilung
• Der gesamte Raumwärmebedarf kann durch Solarenergie abgedeckt werden
• Fortschrittliche Fenstertechnologien erlauben eine flexiblere Verteilung der Fensterflächen, Wärmegewinn durch diffuse Strahlung
Solar Rondavel, Thaba-Tseka, Lesotho
Freiburg, Solarhaus
Bild: Vadim Belotserkovsky
Bild: Fraunhofer ISE (von der Siemens-Internetseite Forschung und Innovation)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


RETScreen® Passive Solar Heating Project Model
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Weltweite Analyse der Energieproduktion (oder -einsparungen), Lebenszykluskosten und Minderung von Treibhausgasemissionen
▸ Niedrige Wohn- und kleine gewerbliche Gebäude
▸ In Klimazonen mit hohem Heizanteil
▸ Fenstergewinne und -verluste
▸ Mittlere Wirkungen durch Verschattung
• Nur 12 Datenpunkte für RETScreen® vs. 8.760 bei stündlichen Simulationsmodellen
• Derzeit nicht abgedeckt:
▸ Nicht-vertikale Fenster
▸ Unmittelbare Verschattungswirkungen
▸ Anwenderspezifische thermische Masse für Gebäude
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


RETScreen® PSH Energieberechnung
RETScreen® International
Clean Energy Project Analysis
Siehe e-Handbuch
Analyse sauberer Energieprojekte: RETScreen® Engineering und Fälle
Kapitel Projektanalyse Passive Solarheizung
Einsparungen Heizenergie
Anpassung therm. Eigenschaften d. Fenster
Einsparungen Kühlenergie
Berechnung Aus-gangsbasis/vorge-sehener Heizbedarf
Berechnungs Aus-gangsbasis/vorge-sehener Kühlbedarf
Berechnung interne Gewinne
Berechnung Aus-gangsbasis/vorge-sehene Solargewinne über Heizperiode
Berechnung Aus-gangsbasis / vorgesehene Kühllastzunahme d. Solargewinne
Berechnung Energie-einsparung über Heizsaison
Berechnung Energie-einsparung über Kühlungssaison
Berechnung Gesamt-energieeinsparung
Berechnung Minderung der Heiz- und Kühllast
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

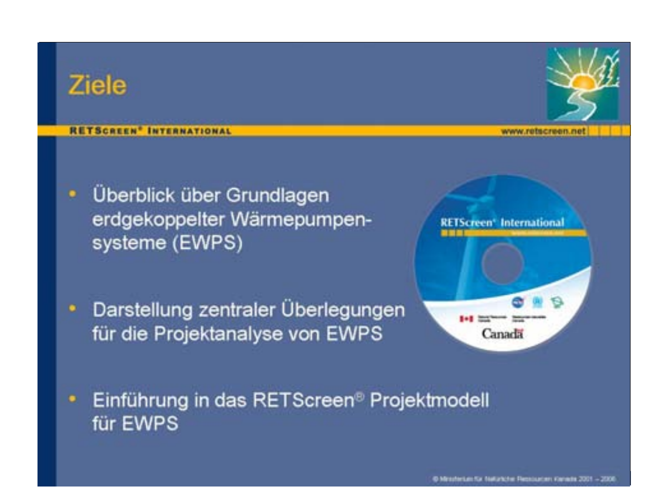

Beispiel zur Validierung des RETScreen® PSH-Projektmodells
RETScreen® International
www.retscreen.net
RETScreen® verglichen mit HOT2-XP für ein typisches 200 m² Holzrahmenhaus
Einfache doppelverglaste Fenster ersetzt durch Doppelverglasung mit Argon und niedrigem e
RETScreen® bleibt 18% innerhalb von HOT2-XP
RETScreen verglichen mit Energieeffizienzbewertung (Energy Rating Method)
Jährliche Energieeinsparungen für 8 Hochleistungsfenster verglichen mit dem Ausgangsfall Doppelfenster
Jährl. Energieeinsp. (kWh/m²)
Energy Rating Method
RETScreen
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Schlussfolgerungen
RETScreen® International
www.retscreen.net
Die passive Solarheizung umfasst Gebäudeorientierung, energie-effiziente Fenster, Abschattung und thermische Masse, um die Kosten für Raumwärme zu verringern
Kleine zusätzliche Investitionen in Fenster können die Leistung der Gebäudehülle wesentlich verbessern und zu dauerhaftem finanziellem Nutzen beitragen
RETScreen® berechnet:
Wirkung der Fensterorientierung, -größe und -technologie auf solare Gewinne
Wirkung der Fenstertechnologie auf Wärmeverluste
Wirkung der Abschattung auf Kühllast
RETScreen® ist eine Jahresanalyse mit monatlicher Angebotsbe-rechnung, die eine stündlichen Simulationsmodellen vergleichbare Genauigkeit erzielt.
RETScreen® kann Kosten für Vorstudien zur Machbarkeit deutlich senken
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

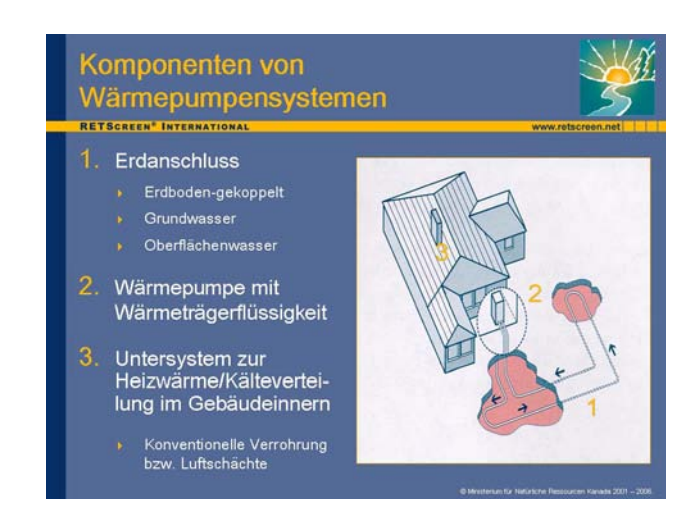

Fragen?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Analysemodul für passive Solarheizungsprojekte
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte von RETScreen® International
Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die RETScreen-Internetseite
www.retscreen.net
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


MODUL ZUR PROJEKTANALYSE VON ERDGEKOPPELTEN WÄRMEPUMPEN


Erdgekoppelte Wärmepumpen
Projektanalyse
RETScreen® International
www.retscreen.net
Kurs zur Projektanalyse sauberer Energieprojekte
Philadelphia Enterprise Centre, USA – 28 Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen
Bild: Geothermal Heat Pump Consortium (NREL PIX)
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.
Canada


Ziele
RETScreen® International
www.retscreen.net
Überblick über Grundlagen erdgekoppelter Wärmepumpen-systeme (EWPS)
Darstellung zentraler Überlegungen für die Projektanalyse von EWPS
Einführung in das RETScreen® Projektmodell für EWPS
RETScreen® International
Canada
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Was können Wärmepumpen leisten?
RETScreen® International
www.retscreen.net
Heizung
Kühlung
Warmwasser
Stabile Dauerfrost-Fundamente
... aber auch ...
Effizienz
Verringerte Wartung
Verringerter Raumbedarf
Niedrige Betriebskosten
Gleichbleibende Leistung
Komfort & Luftqualität
Reduzierte elektrische Spitzenlasten zur Klimatisierung
Impact 2000 Haus, Massachusetts, USA
Bild: Solar Design Associates (NREL PIX)
Häusliche Wärmepumpe
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Komponenten von Wärmepumpensystemen
RETScreen® International
www.retscreen.net
1. Erdanschluss
Erdboden-gekoppelt
Grundwasser
Oberflächenwasser
2. Wärmepumpe mit Wärmeträgerflüssigkeit
3. Untersystem zur Heizwärme/Kälteverteilung im Gebäudeinnern
Konventionelle Verrohrung bzw. Luftschächte
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Wärmepumpe mit wässriger Quelle
RETScreen® International
www.retscreen.net
Wasser-Luft-Wärmepumpe
Bidirektionaler Betrieb
Kühlleistung von 3,5 bis 35 kW pro Einheit
Mehrfacheinheiten für größere Gebäude
Überschusswärme nach Kompression liefert Warmwasser via Enthitzer
Kompressor
Hochdruck/ Hochtemperatur-Dampf
Niedrigdruck/ Niedrigtemperatur-Dampf
Kondensator
Verdampfer
Hochdruck/ Hochtemperatur-Flüssigkeit
Niedrigdruck/ Niedrigtemperatur-Flüssigkeit
Entspannungsventil
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Arten des Erdanschlusses
RETScreen® International
www.retscreen.net
Vertikal
Felsiger Grund
Teurer
Geringer Landverbrauch
Hoher Wirkungsgrad
Horizontal
Größter Landverbrauch
Weniger teuer
Kleine Gebäude
Temp. variiert
Grundwasser
Aquifer + Injektion
Am billigsten
Nutzungsvorschriften
Ablagerungen
Auch Oberflächenwasser und Wärmetauscher als stehende Säule
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.

Energiequelle für Wärmepumpe: Bodenwärme

RETSCREEN® INTERNATIONAL www.retscreen.net

- Boden absorbiert etwa die Hälfte der Sonnenenergie-einstrahlung
- Der Boden dämpft die Temperaturschwankung
  - Erdgekoppelte WP ist effizienter
- Temperaturschwankung nimmt mit der Tiefe ab
  - Vernachlässigbar unter 15 m
- Lokal Bodentemperaturen hängen vom Klima, Boden- und Schneebedeckung, Neigung, Bodeneigenschaft etc. ab

Temperatur (°F) 30 40 50 60 70
Temperatur (°C) 0 5 10 15 20
3 m
2 m
5 m
WINTER SOMMER HERBST

Grafik: Canadian Building Digest



Finnland, 150 m² Haus

	Anfangs-kosten	Jährl. Heizung	Jährl. Energie
Strom	8000$	800$	20 MWh
WP	13000$	350$	6,5 MWh

Connecticut, USA, 275 m² Haus

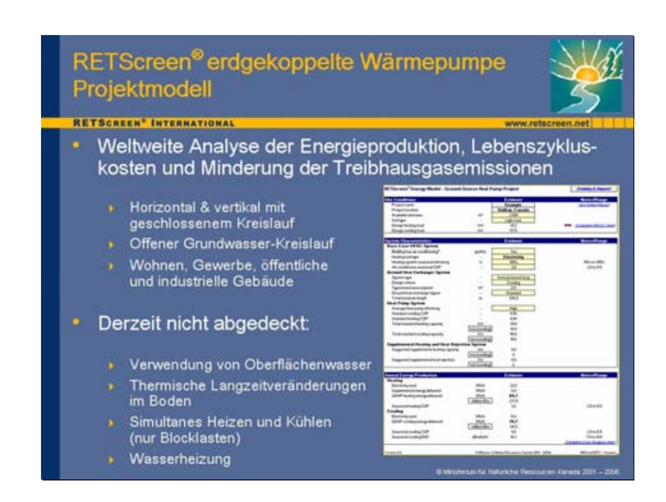
	Anfangs-kosten	Jährl. Heizung	Jährl. Kühlung	Jährl. Gesamt	Jährl. Energie
Öl/AC	16,000$	600$	900$	1,500$	27 MWh
EWPS	20,500$	450$	600$	1,050$	11 MWh

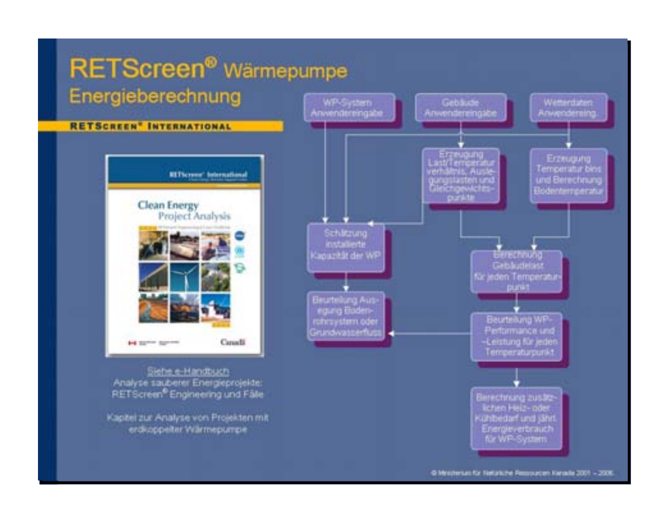


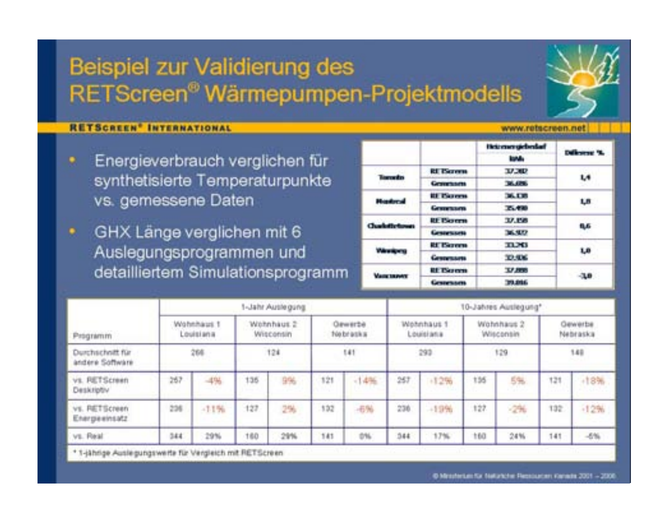

Beispiele: Australien, Deutschland und Schweiz
Systeme für Wohngebäude
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Vollkomforthäuser
‣ Höhere Kapitalkosten
‣ Langzeitbetrachtung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit
‣ Umwelt- oder Komfortnutzen
• Anreiz durch Stromversorger kann ein entscheidender Faktor sein
20 kW Grundwasser-WP, Deutschland
Bild: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.
320 Wohnungen, Südaustralien
Bild: GeoExchange Consortium
Bohrvorrichtung für senkrechte Löcher, Schweiz
Bild: Eberhard & Partner AG
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele: Großbritannien und USA
Systeme für kommerzielle Gebäude
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Oft kurze Amortisationszeiten gefordert (< 5 Jahre)
• Zugänglichkeit zu Freifläche kann Problem darstellen
• Weniger Innenraum beansprucht
• Einfache, verteilte Regelung
• Reduziertes Risiko von Vandalismus
• Reduzierte Zahlungen für Spitzenlasten
• Zusatzheizung nicht erforderlich
Gewerbebau, Croydon, UK
Bild: Groenholland B.V.
Gebäudekomplex, Kentucky, USA
Bild: Marion Pinckley (NREL PIX)
Tankstelle, Kansas, USA
Bild: International Ground Source Heat Pump Association
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.


Beispiele: Kanada und USA
Systeme für öffentliche Gebäude
RETScreen® International
www.retscreen.net
• Längere Amortisationszeiten akzeptiert
• Aufgeschlossener gegenüber innovativen Systemen
• Simultane Heizungs- und Kühlungslasten
Aushub für horizontalen Wärmetauscher
Bild: Robert R. Jones/Oklahoma State University (NREL PIX)
Schule, Quebec, Kanada
Bild: Natural Resources Canada
© Ministerium für Natürliche Ressourcen Kanada 2001 – 2006.







		Heizenergiebedarf kWh	Differenz %
Toronto	RETScreen	37.202	1,4
	Gemessen	36.686	
Montreal	RETScreen	36.138	1,8
	Gemessen	35.490	
Charlottetown	RETScreen	37.158	0,6
	Gemessen	36.927	
Winnipeg	RETScreen	33.243	1,0
	Gemessen	32.936	
Vancouver	RETScreen	37.888	-3,0
	Gemessen	39.046	

Programm	1-Jahr Auslegung						10-Jahres Auslegung*					
	Wohnhaus 1 Louisiana		Wohnhaus 2 Wisconsin		Gewerbe Nebraska		Wohnhaus 1 Louisiana		Wohnhaus 2 Wisconsin		Gewerbe Nebraska	
Durchschnitt für andere Software	268		124		141		293		129		148	
vs. RETScreen Deskriptiv	257	-4%	135	9%	121	-14%	257	-12%	135	5%	121	-18%
vs. RETScreen Energieeinsatz	238	-11%	127	2%	132	-6%	238	-19%	127	-2%	132	-12%
vs. Real	344	29%	160	29%	141	0%	344	17%	160	24%	141	-5%

* 1-jährige Auslegungswerte für Vergleich mit RETScreen

Schlussfolgerungen

RETScreen® International www.retscreen.net

- Erdgekoppelte WP liefern Heizwärme, Kälte und Warmwasser
- Boden dämpft Temperaturschwankungen und führt zu hohen Systemwirkungsgraden
- Anfangskosten für Wärmepumpen sind höher, aber Betriebs- und Wartungskosten niedriger
  - Klimazonen, in denen Heizwärme und Kühlung benötigt werden, sind am geeignetsten
- RETScreen® schätzt :
  - Häufigkeitsverteilung der Außentemperatur
  - Gebäudelasten als Funktion der Außentemperatur
  - Nutzen aus der jährlichen Raumwärme- und Kühlungsenergie
- RETScreen® ist eine Jahresanalyse, mit der eine annähernd gleiche Genauigkeit wie bei stündlichen Simulationsmodellen erzielt wird
- RETScreen® kann Kosten für Vorstudien zur Machbarkeit deutlich senken

Fragen?

RETScreen® International www.retscreen.net

Modul zur Projektanalyse von erdgekoppelten Wärmepumpen
Kurs zur Analyse sauberer Energieprojekte von RETScreen® International

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte die RETScreen -Internetseite
www.retscreen.net



www.retscreen.net